# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA ITALIANA

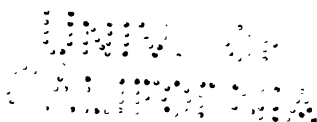
DIRETTA DA R. PANEBIANCO

**VOL. XXIX**

PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1903

# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA ITALIANA

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

---

VOL. XXIX

PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1902

G. BRUNI [1].

# Sulle soluzioni solide.

*Sunto dell' autore*

**Premesse.** — Il nome ed il concetto di *soluzioni solide* furono introdotti dal Van 't Hoff, allorchè egli fu condotto ad ammettere che taluni casi di comportamento crioscopico anormale fossero dovuti al congelamento del solvente, non allo stato puro, ma cristallizzato col corpo sciolto. In tal caso, come lo dimostra l'esperienza, si separano da soluzioni liquide diluite dei cristalli misti che lo stesso Van't Hoff chiamò *soluzioni solide diluite*. Gran numero di ricerche furono intraprese in questo campo, cosicchè tanti sono i fatti ormai noti, da esserne opportuna una trattazione speciale.

Intendendo per *soluzione* un miscuglio omogeneo la cui composizione può variarsi con continuità entro certi limiti, tale concetto potrà riferirsi a qualsiasi stato di aggregazione, e cioè, sia allo stato gassoso, sia a quello liquido o a quello solido. È facile prevedere che la possibilità d'esistenza di soluzioni solide, cioè la reciproca miscibilità di corpi solidi, sarà assai più limitata che per gli altri stati d'aggregazione. Mentre pei gas tale miscibilità è illimitata e indipendente dalla natura chimica e dalle proporzioni, pei liquidi questi elementi costituiscono delle limitazioni. Così, si mescolano in tutti i rapporti ed a tutte le temperature, acqua ed alcool; si sciolgono limitatamente acqua ed etere; non si sciolgono praticamente affatto acqua e mercurio. Anche maggiori limitazioni si hanno pei solidi,

---

[1] Ahrens' Sammlung chemischer und chemisch technischer Vortrage. — Stuttgart. F. Enke, Band VI, Heft 12: *Ueber feste Lösungen* von G. BRUNI, deutsch von E. E. Basch (1901).

dovute ai fenomeni di coesione e alla forma cristallina caratteristica.

Tuttavia erano noti casi di soluzioni solide, secondo la definizione data, già prima che Van't Hoff introducesse questa espressione. Le soluzioni solide si distinguono, come tutti i corpi solidi, in amorfe e cristalline; alle prime appartengono, ad esempio, i vetri colorati: soluzioni solide cristalline si conobbero fin dal tempo in cui Mitscherlich introdusse il concetto di isomorfismo, e constatò che possono dare cristalli misti, corpi di forma cristallina e costituzione uguali o simili. Formano, ad esempio, soluzioni solide in qualunque rapporto, gli allumi; soltanto entro certi limiti, il solfato e il seleniato di berillio.

Nella prima parte di questo lavoro si tratta delle proprietà e dei rapporti di formazione delle soluzioni solide, in relazione agli equilibri eterogenei dei sistemi in cui tali soluzioni si formano; in ispecial modo si considera il caso di formazione di soluzioni solide da soluzioni liquide diluite, ricavandone dati intorno al peso molecolare dei corpi allo stato solido.

Nella seconda parte, d'indole speciale, è data una breve rassegna dei casi finora noti di soluzioni solide; delle relazioni di struttura chimica che fanno prevedere tali casi, e, inversamente, delle deduzioni che possono farsi in fatto di struttura di corpi non noti, dal formarsi o no di certe soluzioni solide.

In ambedue le parti si tratta specialmente di soluzioni cristalline.

PARTE I. — 1. *Fenomeni di diffusione fra corpi solidi.* — È noto che la diffusione ha luogo fra i gas con notevole velocità; così pure, mettendo a contatto liquidi miscibili, questi lentamente diffondono per dare una massa omogenea. Fra i solidi invece, per le ragioni già dette, i fenomeni di diffusione avvengono assai più difficilmente. Tuttavia non ne mancano esempi: così, nella preparazione dell'acciaio per cementazione, il carbone diffonde notevolmente nel ferro, anche a temperature relativamente basse.

Oggetti di porcellana riscaldati sulla grafite, includono dopo breve tempo notevoli quantità di carbone. Pure, tolti

questi e pochi altri casi, il fenomeno in parola è, fra i solidi, nullo o tale da sfuggire all'osservazione: e, ad esempio, nessuna traccia di diffusione si può osservare in un cristallo formato da strati di allume comune e allume di cromo nettamente divisi; neppure si nota diffusione apprezzabile in minerali datanti da epoche geologiche, a strati diversamente colorati.

2. *Formazione di cristalli misti da soluzioni liquide.* — Benchè non sia escluso che possano formarsi da corpi gassosi dei cristalli misti (per sublimazione), tutti quelli finora noti e studiati, si ottengono da miscugli liquidi.

La formazione di soluzioni solide può aver luogo o da sistemi binari (nel qual caso i due corpi cristallizzano insieme dal loro miscuglio liquido), oppure da miscugli ternari o di più sostanze. Molti cristalli misti si formano nell'ultimo modo: così quelli di due sali che cristallizzano dalla loro soluzione acquosa.

3. *Formazione di cristalli misti da sistemi binari — Soluzioni solide diluite.* — In seguito alle prime ricerche crioscopiche del Raoult, ed alla loro interpretazione teorica data dal Van't Hoff, sperimentandosi da diversi scienziati su molte sostanze, furono trovati parecchi casi di comportamento irregolare. E cioè, fatta eccezione del comportamento anormale degli elettroliti, spiegato dalla teoria dell'Arrhenius, si avevano altri casi, specialmente fra corpi organici, in cui gli abbassamenti che questi corpi inducevano nel punto di congelamento del solvente erano minori del teorico, e quindi i pesi molecolari determinati per questa via con la formula

$$m = \frac{at}{\Delta}$$

erano più grandi dei teorici. Ora, se adducendo i diversi valori ottenuti in alcuni casi per diverse concentrazioni, si poteva supporre che l'anomalia dipendesse da polimerizzazione dei corpi sperimentati, tale spiegazione non poteva accettarsi in tutti i casi. Così, pel comportamento anormale di tiofene, piridina e piperidina in benzolo, aldossima in acetossima, ecc. La spiegazione giusta fu data, come già fu

detto, dal Van't Hoff, ammettendo la formazione di soluzioni solide: con ciò non è più applicabile la formula

$$\Delta = \frac{at}{m} = \frac{a}{m} \cdot \frac{0.02\ T^2}{w}$$

riferendosi questa ai soli casi in cui si separa il solvente puro. Lo stesso Van't Hoff dimostrò pure con pieno successo come le anomalie in parola possano prevedersi teoricamente. Nel seguente diagramma portiamo come ascisse le temperature, e come ordinate le pressioni. Ora, se AB e CD rappresentano le tensioni di vapore del solvente rispettivamente allo stato liquido e solido, $T_0$ sarà il suo punto di congelamento; se poi $A_1 B_1$ rappresenta la tensione di vapore di una soluzione da cui si separa per congelamento solvente puro, allora $T_1$ essendo il punto di congelamento, si ha un abbassamento $T_0 - T_1$. Se invece dalla stessa solu-

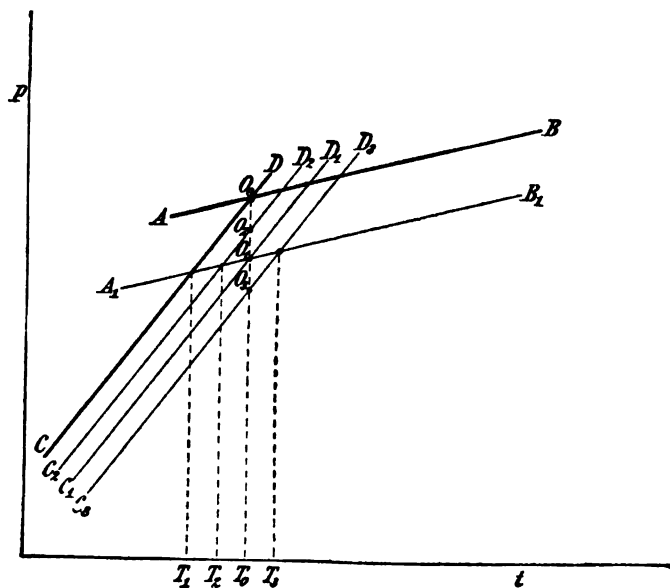



FIG. 1.ª

zione si separa una soluzione solida, allora la tensione di vapore del solido diminuirà, e sarà, ad esempio, rappresen-

tata da $C_2 D_2$ o anche da $C_3 D_3$. In tal caso, come si vede dalla figura, si avrà un abbassamento $T_0 - T_2$ minore del teorico, o anche persino un innalzamento $T_3 - T_0$.

4. *Dimostrazione sperimentale della formazione di cristalli misti.* — In seguito a queste considerazioni del Van 't Hoff, parecchi ricercatori, tra cui l'A., trassero da esperienze crioscopiche molti esempi di anomalie dovute a simiglianza di costituzione chimica del corpo sciolto col solvente.

D'altra parte, l'analisi dei prodotti di congelamento, fatta con l'aiuto di un apparecchio di van Bijlert, che l'A. descrive, diede una dimostrazione diretta della formazione di cristalli misti.

Il metodo di van Bijlert si basa sull'aggiunta di una terza sostanza, di comportamento crioscopico normale, alle due di cui si vuol sapere se danno soluzioni solide: analizzando ora i cristalli, si può, dalla quantità della terza sostanza, dedurre quella dell'acqua madre inclusa, e da ciò vedere se una parte dell'uno dei due corpi sperimentati cristallizza o no con l'altro.

5. *Risultati quantitativi.* — Ritorniamo ora alla fig. 1ª. Se è lecito applicare le leggi delle soluzioni ai cristalli misti, e se, come noi supponiamo, le sostanze, sia allo stato liquido, sia a quello solido, hanno la stessa grandezza molecolare, uguali quantità di sostanza sciolta, debbono provocare, sia allo stato liquido o a quello solido, la stessa diminuzione della tensione di vapore.

Se ora la soluzione solida che si separa ha la stessa concentrazione di quella liquida, l'abbassamento di tensione di vapore sarà per le due fasi il medesimo, cioè $O_0O_1$, e, come si vede dalla figura, il punto di congelamento della soluzione sarà lo stesso di quello del solvente. Unico esempio noto di tale comportamento è dato dalle miscele delle due canforossime otticamente attive che invece di dare un composto racemico, dànno dei cristalli misti, aventi lo stesso punto di fusione dei componenti. — In secondo luogo, se la soluzione solida che si separa ha concentrazione diversa da quella liquida, secondochè quella è più o meno concentrata di questa, si ha un abbassamento di tensione

pel solvente solido, dato rispettivamente da $O_0O_2 < O_0O_1$ o da $O_0O_3 > O_0O_1$. Nel primo caso si ha un abbassamento, nel secondo, un innalzamento del punto di congelamento; inoltre, durante tale processo, varierà la temperatura, poichè varia la concentrazione della soluzione.

Indicando con $a_l$ e $a_s$ le concentrazioni delle soluzioni liquida e solida, con $\Delta_0$ l'abbassamento normale $T_0 - T_1$, con $\Delta_1$ l'abbassamento anormale $T_0 - T_2$, si deduce facilmente dalle premesse fatte la formula:

$$\frac{\Delta_0}{a_l} = \frac{\Delta_1}{a_l - a_s}$$

che vale anche pel caso di un innalzamento $T_3 - T_0$. Alla formula

$$\Delta = \frac{a\,t}{m}.$$

dovremo sostituire l'altra

$$\Delta_1 = \frac{t\,(a_l - a_s)}{m}$$

Ponendo ora

$$t_1 = \frac{\Delta_1\, m}{a_l}$$

dove $t_1$ è l'abbassamento molecolare quando si formi soluzione solida, si ha la formula

$$t_1 = t\left(1 - \frac{a_s}{a_l}\right)$$

data da Beckmann. Questa formula può servire per controllo della suesposta teoria: basta perciò determinare con esperienze crioscopiche il coefficiente $\varkappa = \frac{a_s}{a_l}$ e confrontarlo col risultato ottenuto direttamente col metodo di van Bijlert.

La seguente tabella dimostra i risultati concordanti ottenuti; nella colonna *a* sono dati i valori di $\varkappa$ dedotti coi

metodi crioscopici; nella *b*, i valori di $\alpha$ ottenuti da esperienze quantitative.

| AUTORI | SOSTANZE IMPIEGATE | *a* | *b* |
|---|---|---|---|
| BECKMANN | Jodio in benzolo | 0.33 | 0.36 |
| » | Tiofene in benzolo | 0.405 | 0.42 |
| BRUNI | Piperidina in benzolo | 0.10 | 0.115 |
| » | Jodoformio in Bromoformio | 0.345 | 0.36 |

6. *Grandezza molecolare dei corpi allo stato solido.* — È noto che, secondo la legge di Berthelot e Nernst, il coefficiente di ripartizione di una sostanza fra due fasi rimane costante per tutte le concentrazioni se la sua grandezza molecolare è in ambedue la medesima; che cioè

$$\frac{a_1}{a_2} = \text{costante}$$

se con $a_1$ e $a_2$ indichiamo le due concentrazioni.

Se poi nell'una delle fasi la molecola è n volte più grande che nell'altra, si ha

$$\frac{a_1}{\sqrt[n]{a_2}} = \text{costante}$$

Ora, il fatto che, anche per molti sistemi ternari, il rapporto $\frac{a_1}{a_2}$ è costante nei limiti degli errori d'osservazione, fa ritenere che i componenti dei cristalli misti, contrariamente a ciò che si crede di solito, abbiano le stesse grandezze molecolari che nelle soluzioni liquide.

7. *Soluzioni solide concentrate.* — *Applicazione della regola delle fasi.* — Consideriamo il noto diagramma in cui si assumono per ordinate le temperature di congelamento, per ascisse le concentrazioni.

Se i due corpi A e B non cristallizzano insieme, avremo due curve di congelamento che si tagliano nel punto crioidratico C.

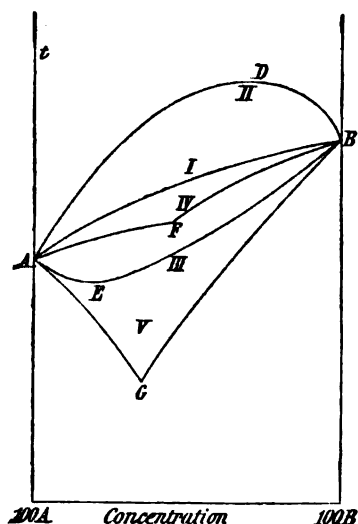



Fig. 2.ª

Applicando a queste considerazioni la regola delle fasi del Gibbs, come per la prima volta fecero quasi contemporaneamente l'A. e il Roozeboom, si ha che nei punti delle curve di congelamento coesistono tre fasi, e cioè A o B allo stato solido, la soluzione liquida e il vapore.

Queste fasi sono in equilibrio stabile inquantochè ad ogni temperatura corrisponde una concentrazione della soluzione, e viceversa. Il punto C in cui coesistono A e B solidi con soluzione e vapore, è punto multiplo, e rappresenta un miscuglio ***invariante*** nel senso che esso è possibile soltanto ad una sola temperatura e pressione. Se ora i due corpi danno cristalli misti, possiamo distinguere due casi:

1° A e B solidificano dai loro liquidi di fusione puri, in cristalli della stessa natura. Questo è il caso generale dei corpi isomorfi.

2° A e B cristallizzano puri in forme diverse, e così A nella forma $\alpha$, B nella $\beta$, ma A può dare cristalli misti nella forma $\beta$ e B nella $\alpha$. Questo è il caso dell' isodimorfismo.

8. *Formazione di cristalli misti fra sostanze isomorfe.*

*a)* A e B cristallizzano in tutti i rapporti. Le fasi non possono essere più di 3, e però non si ha nessun sistema invariante e nessun punto multiplo. In tal caso vi sono 3 tipi di curve possibili (v. fig. 2ª).

I La curva giace tutta fra A e B
II » » ha un massimo
III » » » un minimo

Molti miscugli danno curve del tipo I situate al disopra della retta A B; così fenantrene e carbazolo, fenantrene e antracene (Garelli), naftalina e diidronaftalina, aldeidi cloro e bromocinnamica (Küster). Anche danno curve del tipo I, ma situate al disotto della retta A B, o coincidenti con questa, naftalina e β naftolo, tricloro e tribromoacetamide, azobenzolo e stilbene ecc. Più rare assai sono le curve del tipo II (r. e l. carvossima). Del tipo III sono le curve date, ad esempio, da diacetilcloro e diacetilbromoidroclimone, bromuro e ioduro mercurico, p. dicloro- e p. dibromobenzolo, ecc.

Ricordando la legge già esposta che i cristalli misti contengono, rispetto alla soluzione, maggiore quantità di quel corpo che provoca un innalzamento, e minore di quello che provoca un abbassamento del punto di congelamento, riesce chiara la figura seguente in cui, insieme alle diverse forme di curve di congelamento, sono date, punteggiate, le curve rappresentanti le composizioni dei cristalli misti, tracciate in modo, che, ad esempio, la soluzione R dà cristalli della composizione S ecc. Nei punti di massimo o minimo le soluzioni solide e liquide hanno la stessa composizione.

Fig. 3.ª

*b)* I cristalli misti non si formano in tutti i rapporti. — In questo caso, parallelo a quello dato, fra i liquidi, da acqua ed etere, possiamo avere i due tipi di curve IV e V dove F e G sono punti multipli a 4 fasi, L ed M, H e K, rappresentano le composizioni delle soluzioni solide limiti. Esempio pel caso IV: nitrati di sodio e d' argento (Hissink); pel caso V: nitrati di potassio e tallio (van Eyk).

9. *Formazione di cristalli misti fra sostanze isodimorfe.* — Anche qui avremo curve dei tipi IV e V: soltanto, in questo caso nei punti multipli cessa la formazione dell' una specie di cristalli, per dar luogo a quella dell'altra specie. Del tipo IV è la curva di acido fenilpropionico e acido cinnamico (Bruni e Gorni); del tipo V i nitrati di potassio e sodio (Hissink). Probabilmente molte coppie di corpi organici che non sono isomorfi e pure dànno soluzioni solide si comportano così.

10. *Fenomeni di trasformazione fra cristalli misti.* — Sappiamo che ogni corpo dimorfo presenta un punto di trasformazione che è al disotto del punto di congelamento; l'aggiunta di un corpo che può dare cristalli misti col primo, fa variare tale punto di trasformazione analogamente che pel punto di congelamento di soluzioni liquide.

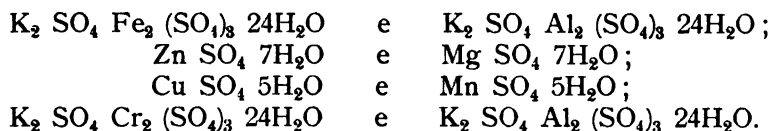
Ciò mostrarono per la prima volta Bellati e Lussana con cristalli misti di nitrato potassico con altri nitrati. — Consideriamo ora due corpi isodimorfi nelle forme $\alpha$ e $\beta$. Se la forma $\alpha$ è la più stabile a temperatura elevata, dai liquidi di fusione si separeranno cristalli esclusivamente in questa forma. Avremo poi un punto di trasformazione; in generale non potranno trasformarsi cristalli $\alpha$ di concentrazione qualsiasi, in cristalli $\beta$ della stessa concentrazione: anche qui, essendo le soluzioni solide $\beta$ le più stabili a bassa temperatura, queste debbono essere le più ricche rispetto alla $\alpha$ di quel componente che provoca un innalzamento del punto di trasformazione.

Considerazioni del tutto analoghe a quelle fatte pel congelamento, conducono in questo caso a sistemi di curve di trasformazioni dei tipi I, II, III. Soltanto, in questo caso le curve continue danno la composizione dei cristalli $\alpha$, quelle punteggiate la composizione dei $\beta$.

Un esempio del tipo I è dato dai cristalli di cloruro e ioduro mercurico (Roozeboom e Reinders). Più complicato è il comportamento se le due forme di cristalli misti non danno serie ininterrotte; se dai liquidi di fusione possono già formarsi le due specie di cristalli, e finalmente se i componenti danno composti d'addizione. Questi casi, sviluppati teoricamente e sperimentalmente dal Roozeboom, pre-

sentano non solo un interesse speculativo, ma anche pratico, inquantochè fenomeni di questa specie hanno luogo nella solidificazione di molte leghe metalliche, ed esercitano un' influenza sulle proprietà fisiche di queste.

11. *Equilibri fra soluzioni solide e gassose.* — Su questo argomento, o, in altre parole, sulla tensione di vapore dei cristalli misti, poche ricerche si hanno finora, essendo tale tensione assai piccola a temperatura ordinaria. Il Roozeboom dedusse dalla regola delle fasi che se due corpi formano una serie ininterrotta di cristalli misti, ad una temperatura data, inferiore a quella del campo di congelamento, la curva di tensione di vapore dev' essere continua. Tale curva può giacere fra quelle rappresentanti le tensioni dei componenti, oppure avere un massimo o un minimo. Hollmann, sperimentando specialmente su sistemi ternari, trovò che, per soluzioni solide diluite, ognuno dei componenti abbassa la tensione dell' altro. Ciò fu dimostrato pei seguenti miscugli:

$K_2 SO_4 Fe_2 (SO_4)_3 24H_2O$ e $K_2 SO_4 Al_2 (SO_4)_3 24H_2O$;
$Zn SO_4 7H_2O$ e $Mg SO_4 7H_2O$;
$Cu SO_4 5H_2O$ e $Mn SO_4 5H_2O$;
$K_2 SO_4 Cr_2 (SO_4)_3 24H_2O$ e $K_2 SO_4 Al_2 (SO_4)_3 24H_2O$.

Inoltre, antiche esperienze di Haüer mostrano che i miscugli isomorfi di alcuni sali hanno minor tendenza a sfiorire dei singoli sali.

Tuttavia non mancano fenomeni opposti: ma non si deve dedurre che le leggi delle soluzioni non siano applicabili ai cristalli misti, poichè tali leggi valgono soltanto pei casi, abbastanza rari fra soluzioni solide, in cui il corpo sciolto ha una tensione di vapore trascurabile rispetto al solvente.

12. *Formazione di cristalli misti da sistemi ternari.* — Per gli equilibri di sistemi ternari serve un diagramma formato da un triangolo equilatero: ogni punto interno ad esso rappresenta un miscuglio dei 3 componenti, i rapporti dei quali sono proporzionali alle distanze di quel punto dai lati. I vertici rappresentano i tre componenti puri, ed i lati i miscugli binari. Le temperature di congelamento dei di-

versi miscugli, vengono date da ordinate perpendicolari al piano del triangolo; le estremità di tali ordinate giacciono su una o più superficie limitate dal prisma triangolare avente per base il triangolo. Ciò posto, se i tre corpi danno miscugli isomorfi in tutti i rapporti, è possibile una sola fase solida; i punti di congelamento giacciono su una superficie continua che avrà o no un minimo. Nel caso studiato da Bruni e Gorni, dei p. dicloro-, p. clorobromo-, p. dibromobenzolo, si ha una zona di minimo.

Vi sono poi casi in cui due soli dei componenti danno cristalli misti; il terzo serve da solvente o dà cogli altri due, composti di addizione fra loro isomorfi. Ciò avviene, ad esempio, per due sali isomorfi sciolti in acqua, e che danno idrati pure isomorfi.

Il Roozeboom si occupò dei fenomeni che intervengono nelle soluzioni acquose di clorati di potassio e tallio; l' A. studiò i fenomeni crioidratici per soluzioni di solfati di zinco e magnesio in acqua, di fenantrene e carbazolo in benzolo, di naftalina e $\beta$-naftolo in benzolo. Fock determinò i rapporti dei due sali nelle soluzioni liquide e solide; così, trovò che danno cristalli misti limitatamente le coppie: cloruri di potassio e ammonio, bromuri di potassio e ammonio. In tutti i rapporti: albumi di potassio e tallio, persolfati di potassio e ammonio ecc. I rapporti di equilibrio sono qui complicati dalla ionizzazione in soluzione acquosa.

13. *Calore di formazione dei cristalli misti.* — Se i cristalli misti debbono considerarsi come vere soluzioni, la loro formazione deve essere accompagnata da sviluppo o assorbimento d' energia. Ed invero ciò dimostrò recentemente Sommerfeld, trovando che i calori di soluzione di cristalli misti e di semplici miscugli meccanici della stessa composizione, differiscono notevolmente fra loro: queste differenze rappresentano i calori di formazione, positivi o negativi, delle soluzioni solide.

PARTE II. — *Relazioni fra la costituzione chimica dei corpi, la loro forma cristallina e la facoltà di dare soluzioni solide.* — Già dagli esempi esposti si comprende che debbono esistere dei rapporti fra queste tre proprietà dei corpi; tuttavia per tali rapporti non è possibile enunciare leggi

rigorose: soltanto, si possono stabilire delle regole empiriche di casi noti e osservati, e da queste fare deduzioni verosimili per casi analoghi. Vi sono però dei casi, sebbene rari, in cui si formano soluzioni solide fra corpi pei quali non può addursi nè simile costituzione chimica, nè simile forma cristallina (cloruro d'ammonio e cloruro ferrico; jodio e benzolo).

1. *Relazioni tra forma cristallina e miscibilità allo stato solido.* — Dagli studi intrapresi su questo soggetto fin dalle scoperte di Mitscherlich, si riconobbe che per un vero isomorfismo non basta la sola somiglianza o identità di forme cristalline; tutti sono d'accordo nel riconoscere che l'isomorfismo richiede essenzialmente la formazione di cristalli misti. Tuttavia, non tutti concordano sulla definizione di isomorfismo.

Prescindendo dalle discussioni su questo punto, l'A. chiama isomorfi quei corpi che, avendo in un certo grado simile costituzione chimica e forma cristallina, possono dare soluzioni solide. Rari sono i casi in cui la forma cristallina è identica (sistema regolare, allumi); negli altri sistemi si ha soltanto un' approssimata analogia nei rapporti di assi e nelle grandezze degli angoli. Si potrebbe credere che l'avvicinarsi più o meno di tali valori influisse nella completa o limitata miscibilità allo stato solido: ora ciò in generale non avviene. Così i cloruri di potassio e ammonio, pure avendo identiche forme (regolari), danno soluzioni solide entro certi limiti; per contro, naftalina e $\beta$-naftolo, che sono bensì ambedue monoclini, non hanno rapporti di assi non molto concordanti:

naftalina $a:b:c = 1.38:1:1.44 \quad \angle \beta = 56°11'$
$\beta$ naftolo $a:b:c = 1.37:1:2.0 \quad \angle \beta = 59°54'$

danno pur tuttavia cristalli misti in tutti i rapporti. I valori degli angoli e i rapporti degli assi di cristalli misti formati in queste ultime condizioni, variano col variare della composizione dei cristalli misti.

Si danno poi altri casi in cui possono dare soluzioni solide corpi di forme cristalline del tutto diverse: questo fenomeno deve riferirsi all' isodimorfismo. Un bell'esempio è

fornito dai due solfati Mg $SO_4$ $7H_2$ O, Fe $SO_4$ $7H_2$ O. Il primo è rombico, il secondo monoclino: tuttavia, si hanno cristalli misti rombici contenenti 18.8 % di solfato di ferro, e monoclini fino a 54 % di solfato di magnesio. Ciò si spiega ammettendo che il solfato di magnesio possa dare ambedue le forme, ma che la prima sia stabile, la seconda instabile allo stato puro, ma stabile in cristalli misti in cui predomina il solfato di ferro.

All' isodimorfismo è pure dovuta la formazione di soluzioni solide fra molti corpi organici; di ciò fu data dimostrazione diretta pei casi: acidi benzoico e salicilico (esperienze crioscopiche di Garelli, misure di Negri); acidi cirmamico e idrocinnamico (esperienze crioscopiche di Bruni e Gorni, misure di Boeris). Del resto si può assai fondatamente riferire all' isodimorfismo la formazione di tutti i cristalli misti fra corpi non isomorfi.

2. *Influenza della costituzione chimica.* — Del problema riguardante le relazioni fra costituzione chimica e forma cristallina, si occupa la cristallografia chimica; per ciò che ci interessa ricorderemo che il *Retgers* dimostrò che gli elementi e le sostanze a molecole biatomiche, cristallizzano nella maggior parte dei casi in sistemi con molti piani di simmetria; le sostanze con molecole complesse tendono a cristallizzare in sistemi asimmetrici: così, la maggior parte delle sostanze organiche, sono rombiche o monocline. Il *Groth* dimostrò che graduali variazioni in una molecola chimica, portano pure graduali cambiamenti di forma cristallina (morfotropia).

Di tutte queste considerazioni, ciò che a noi interessa è la questione delle analogie di costituzione necessarie per l' isomorfismo come fu da noi definito; in altri termini, si chiede quali elementi o quali gruppi (che chiameremo isomorfogeni) sostituiti in una data molecola, danno nuove molecole di forme cristalline simili alla prima e che cristallizzano con quella. Si vedrà in appresso quali siano i gruppi isomorfogeni finora noti, ed a quali corpi isomorfi conducono.

3. *Corpi inorganici.* — Le serie di elementi isomorfogeni coincidono in generale, benchè con parecchie eccezioni, con

quelle del sistema periodico; anche gruppi di atomi possono essere isomorfogeni con atomi, come $NH_4$, con K, Cs, ecc, e CN con gli alogeni.

Non essendo in generale possibili nè praticate le ricerche crioscopiche sui sali inorganici, le cognizioni che abbiamo sono dovute quasi per intero ai cristallografi.

In ciò che segue diamo l'ordinamento adottato dall'A. per le serie di elementi e gruppi isomorfogeni, tralasciando di citare i casi d'isomorfismo ormai comunemente noti.

*Prima serie* 1° gruppo K, Rb, Cs, Tl, $NH_4$
2° » Na, Li, Ag.

Anche l'idrogeno può entrare in questa serie, per l'isomorfismo dei solfati neutri ed acidi di K ed $NH_4$.

*Seconda serie* 1° gruppo Ca, Sr, Ba, Pb
2° » Be, Mg, Zr, Cd, $\overset{II}{\text{Mn}}$, $\overset{II}{\text{Fe}}$, $\overset{II}{\text{Co}}$, $\overset{II}{\text{Ni}}$, $\overset{II}{\text{Cu}}$, [$\overset{II}{\text{Hg}}$, $\overset{II}{\text{Os}}$, $\overset{II}{\text{Ru}}$, $\overset{II}{\text{Pd}}$].

*Terza serie* 1° gruppo Al, Ga, In, $\overset{III}{\text{Tl}}$, $\overset{III}{\text{Ti}}$, $\overset{III}{\text{V}}$, $\overset{III}{\text{Cr}}$, $\overset{III}{\text{Mn}}$, $\overset{III}{\text{Fe}}$, $\overset{III}{\text{Co}}$, $\overset{III}{\text{Rh}}$, $\overset{III}{\text{In}}$.

Recentemente Piccini, agli allumi isomorfi di Al, Ga, In, Cr, Fe, Co, aggiunse quelli di Ti, V, Rh, $\overset{III}{\text{Tl}}$, e confermò l'esistenza di quelli di $\overset{III}{\text{Mn}}$.

2° gruppo $\overset{III}{\text{La}}$, $\overset{III}{\text{Ce}}$, $\overset{III}{\text{Di}}$, $\overset{III}{\text{Y}}$, $\overset{III}{\text{Er}}$, [$\overset{III}{\text{Bi}}$].

I primi 5 elementi sono isomorfogeni segnatamente nei nitrati, solfati, acetati, platinocianuri. Inoltre fu constatato recentemente dal Bodman che il nitrato e il solfato di Bi possono cristallizzare coi rispettivi sali di Di e Y.

*Quarta serie* 1° gruppo (C), Si, Ti, Ge, Zr, $\overset{IV}{\text{Sn}}$, $\overset{IV}{\text{Pb}}$, $\overset{IV}{\text{Th}}$
2° » $\overline{\text{Mo, Mn, V, Ru, Rh, }\overset{IV}{\text{Ir}}\text{, Os, Pd, Pt, Te}}$(?)

Un caso interessante di isodimorfismo fra composti di

C ed S è il seguente: $Na_2 CO_3$ cristallizza con 10 $H_2O$ e con 7 $H_2O$ rombico, l'ultima forma è labile; $Na_2 SO_3$ cristallizza puro soltanto con 7 $H_2O$ (monoclino). Tuttavia si possono ottenere cristalli misti tanto dall' idrato con 10 che da quello con 7 molecole d'acqua.

Sembra accertata una somiglianza cristallina degli osmiati coi tellurati.

*Quinta serie* 1° gruppo (N) V; P, As, Sb, Bi

2° grup o Nb, Ta, $\overset{V}{Mo}$

*Sesta serie* S, Se, Te (?); $\overset{VI}{Cr}$, $\overset{VI}{Mo}$, $\overset{VI}{W}$; $\overset{VI}{Mn}$, $\overset{VI}{Fe}$

Sempre più dubbio, se non escluso, è l'isomorfismo fra solfati e tellurati. Selenio e tellurio non sono isomorfogeni nemmeno in composti complessi; così non sono isomorfi: bibromotelluriodifenile e bibromoseleniodifenile (Billows).

*Settima serie* Fl, Cl, Br, I; [Cy]; $\overset{VII}{Mn}$, $\overset{V}{N}$.

Come elementi pentavalenti, gli alogeni sono isomorfogeni con $\overset{V}{N}$ nei clorati, bromati e nitrati; come elementi eptavalenti, col manganese nei perclorati, periodati e permanganati.

All'infuori delle precedenti serie si hanno altri esempi di isomorfismo o di sinmorfismo. Così il noto caso dei feldspati Albite e Anortite. .

In alcuni casi un atomo di O è isomorfogeno con due di Fl. Così nei iodati $KIO_3$ e fluoiodati $KIO_2 Fl_2$. Al noto isomorfismo fra fluoossimolibdati, fluoossitungstati, ipofluoossimolibdati, ipofluoossitungstati, deve aggiungersi quello dei fluotitanati ed altri fluoruri doppi. Un atomo di Fl (o di Cl) può essere isomorfogeno con un gruppo OH (Wagnerite e Triploidite ecc.).

È noto poi che possono essere isomorfi composti che differiscono per un atomo di O; così pei fluoossi e ipo-

fluossisali, per ipofosfiti e pirofosfati: $Na_4 P_2 O_6 \cdot 10 H_2O$, $Na_4 P_2 O_7 \cdot 10 H_2O$.

Per ultimo noteremo che il solfato di idrossilammina ha evidenti relazioni cristallografiche col solfato ammonico; forma allumi, ed anche un solfato doppio col magnesio (crist. con $6H_2O$. Si deve supporre dunque che possano essere isomorfogeni ammonio $NH_4$ e ossiammonio $NH_3 OH$. Nei corpi organici vedremo simili relazioni fra composti idrogenati o ossidrilati.

4. *Corpi organici.* — Nella maggior parte dei casi, si giudica della formazione di soluzioni solide fra corpi organici, da determinazioni crioscopiche; le quali, del resto, concordano spesso con le misure dei cristalli.

Le più importanti serie di gruppi isomorfogeni sono le seguenti:

*Prima serie* Cl, Br, I, (CN).

Quasi sempre sono isomorfi corpi alifatici o aromatici in cui il Cl e il Br si sostituiscono a vicenda; fra le rare eccezioni è quella delle tricloro e tribromoacetammide che sono isomorfe fra loro, mentre non lo è con queste la dibromocloroacetammide. I prodotti di sostituzione con I, benchè abbiano spesso forme diverse dei cloro e bromoderivati, cristallizzano con questi: si tratta dunque di isodimorfismo. Le seguenti serie di composti, studiati dall'A., danno soluzioni solide: $CHCl_3$, $CHBr_3$, $CHI_3$; $C_2 H_4 Cl_2$, $C_2 H_4 Cl Br$, $C_2 H_4 Br_2$; $C_6 H_4 Cl_2$ (1.4), $C_6 H_4 Cl Br$ (1.4), $C_6 H_4 Br_2$ (1.4).

Che le due prime serie di composti cristallizzino rispettivamente fra loro, fu dimostrato per via crioscopica impiegando per solventi: nel primo caso il bromoformio, nel secondo il bromuro di etilene; nel terzo gruppo di corpi fu anche dimostrato l'isomorfismo con misure sui cristalli. Anche il gruppo CN è di solito isomorfogeno con gli altri: così danno cristalli misti i composti $Cr H_4 Br_2$, $C_2 H_4 (CN)_2$. Noteremo ancora che talvolta i prodotti di sostituzione alogenati di corpi aromatici, danno con queste soluzioni solide. Così la naftalina e la $\beta$-cloronaftalina ($C_{10} H_8$, $C_{10} H_7 Cl$).

*Seconda serie* OH, H.

I composti organici e i loro derivati ossidrilati, come dimostrò Garelli per via crioscopica, sono spesso isomorfi. Quasi tutti i casi noti si riferiscono a composti aromatici. Formano soluzioni solide: gli acidi acetico e glicolico, benzolo e fenolo, $\alpha$ e $\beta$-naftolo con naftalina, pirocatechina e resorcina con fenolo; l'acido salicilico col benzoico, ecc. Dei corpi aromatici fanno eccezione soltanto alcuni prodotti para-sostituiti. Così non formano soluzioni solide p. xilenolo con p. xilolo; idrochinone con fenolo. L'A. trovò recentemente che danno soluzioni solide l'acido p. nitrobenzoico e l'aldeide corrispondente.

*Terza serie* H, $NH_2$.

I seguenti composti aromatici danno soluzioni solide coi loro derivati ammidati (Garelli): benzolo e anilina; naftalina e $\alpha$ e $\beta$-naftilammina; benzolo e acido benzoico con gli acidi o. e m. ammidobenzoici; o. m. e p. nitroanilina con nitrobenzolo; m. dinitrobenzolo e m. dinitroanilina; p. xilolo e p. xilidina; azobenzolo e p. amidoazobenzolo. Fanno eccezione acido benzoico e acido p. amido-benzoico, e p. amidoacetofenone con acetofenone. È noto anche un caso in cui danno soluzioni solide corpi ossidrilati e ammidoderivati: eteri tetraetilici degli acidi p. diossi e p. diamidopiromellitici (Muthmann).

*Quarta serie* H, $CH_3$.

In generale i corpi organici non cristallizzano coi loro omologhi. Tuttavia, si riconobbe per via crioscopica che danno soluzioni solide fenolo $C_6 H_5$ OH e m. cresolo $C_6 H_4$ OH $CH_3$. Con misure cristallografiche fu dimostrata la simil forma di alcuni sali doppi di basi ammoniche. Così i composti N $(CH_3)_3$ HCl. 5Hg $Cl_2$ e N $(CH_3)_4$ Cl 5Hg $Cl_2$.

*Quinta serie* CH$\equiv$ , N$\equiv$ [P$\equiv$ , As$\equiv$ ?]

Come suppose Van 't Hoff, e come lo confermarono esperienze dell'A., danno soluzioni solide

benzolo $C_4H_4 \left\langle \begin{array}{l} CH \\ \| \\ CH \end{array} \right.$ e piridina $C_4H_4 \left\langle \begin{array}{l} CH \\ \| \\ N \end{array} \right.$. Inoltre cristallizzano insieme: chinolina e isochinolina con naftalina; fenantrene e $\beta$ naftochinolina; difenile e dipiridile. Per composti a catena aperta si ha l' isomorfismo fra $CH_2 = (SO_3X)_2$ e $NH = (SO_3X)_2$ (Muthmann); fra trifenilmetano $CH(C_6H_5)_3$ e trifenilammina $N(C_6H_5)_3$; fra dibenzile $\begin{array}{l} CH_2 - C_6H_5 \\ | \\ CH_2 - C_6H_5 \end{array}$ e benzilanilina $\begin{array}{l} CH_2 - C_6H_5 \\ | \\ NH - C_6H_5 \end{array}$ (Garelli e Calzolari); fra stilbene $C_6H_5CH = CHC_6H_5$, benzilidenanilina $C_6H_5 - CH = NC_6H_5$ e azobenzolo $C_6H_5N = NC_6H_5$ (Bruni e Gorni). Tuttavia si hanno eccezioni: così difenilammina in difenilmetano e idrazobenzolo in dibenzile si comportano normalmente. Notiamo ancora che danno soluzioni solide $CHBr_3$ e $AsBr_3$; e che hanno forme cristalline simili $PI_3$ e $CHI_3$.

*Sesta serie* —CH=CH—, —$CH_2$—, —O—, —S—, —NH—

Questi elementi e gruppi sono spesso isomorfogeni. Danno cristalli misti: con benzolo $C_4H_4 = C_2H_2$ i tre composti ciclopentadiene $C_4H_4 = CH_2$, tiofene $C_4H_4 = S$, pirrolo $C_4H_4 = NH$. Con naftalina $C_8H_6 = C_2H_2$, l'indene $C_8H_6 = CH_2$, il cumarone $C_8H_6 = O$, l' indolo $C_8H_6 = NH$; con fenantrene $C_{12}H_8 = C_2H_2$, il fluorene $C_{12}H_8 = CH_2$, l'ossido di difenilene $C_{12}H_8 = O$, il carbazolo $C_{12}H_8 = NH$. Molti altri composti che presentano fra loro le stesse relazioni cristallizzano insieme. Fanno eccezione il furano $C_4H_4 = O$ col benzolo, e l'acido furancarbonico col benzoico. Crescendo il numero delle catene chiuse, cresce anche la tendenza a formare soluzioni solide. Ma gli atomi e gruppi della serie sono isomoforgeni soltanto in composti a catena chiusa. Così si comportano normalmente difenilmetano $C_6H_4CH_2C_6H_4$ e difenilammina $C_6H_4NHC_6H_4$ con lo stil-

bene $C_6H_4CH = CHC_6H_4$; l'acido cinnamico (e allocinnamico) $C_6H_5CH = CH - COOH$ con l'acido fenilacetico $C_6H_5CH_2COOH$ (Bruni e Gorni).

*Settima serie* —$CH_2$—$CH_2$—, —CH=CH—, [—C≡C—]

Danno soluzioni solide composti a catena chiusa coi loro derivati idrogenati. Così, le anidridi succinica e maleica; naftalina e diidronaftalina; acenaftene ed acenaftilene (Billows); difenile e tetroidrodifenile, timolo e mentolo (esaidrotimolo) (Garelli), ed altri ancora.

Pei composti a catena aperta il comportamento è più complicato pel fatto che i corpi a doppio legame etilenico possono spesso presentarsi in due forme isomere nello spazio. L'A. trovò che, delle due forme, soltanto una, in generale, e cioè la più stabile, può dare soluzioni solide col corrispondente composto saturo. Così danno soluzioni solide l'etere dimetilfumarico (e non il maleico) con l'etere succinico; l'acido crotonico (e non l'isocrotonico) con l'acido butirrico; l'acido elaidinico (e non l'oleico) con l'acido stearico; l'acido cinnamico (e non l'allocinnamico) con l'acido α-fenilpropionico; il dibenzile con lo stilbene; il p. p. dimetilbenzile col p. p. dimetilstilbene.

Da misure cristallografiche (Boeris), si ha che il tolano $C_6H_5C \equiv C-C_6H_5$ è isomorfo con lo stilbene $C_6H_5 \cdot CH=CH \cdot C_6H_5$. Se due sostanze danno fra loro soluzioni solide, ciò avviene anche fra i prodotti idrogenati. Così danno cristalli misti pirrolina $C_4H_6 = NH$ e pirrolidina $C_4H_8 = NH$ con benzolo; azobenzolo $C_6H_5N = NC_6H_5$ e benzilanilina $C_6H_5CH_2NHC_6H_5$ ecc. Si hanno poi corpi che danno soluzioni solide, e fra cui non passano le relazioni di struttura già dette. Di solito gli isomeri di struttura e di posizione non danno cristalli misti. Tuttavia danno, ad esempio, soluzioni solide antracene $C_6H_4\left\langle\begin{matrix}CH\\|\\CH\end{matrix}\right\rangle C_6H_4$ e fenantrene $\begin{matrix}C_6H_4 - CH\\|\quad\quad\ ||\\C_6H_4 - CH\end{matrix}$.

5. *Conclusioni e applicazioni.* — Dai dati e fatti già esposti, si può dedurre il seguente principio: che la somiglianza di forma cristallina fra due corpi, e la loro tendenza a formare soluzioni solide, è tanto maggiore quanto più piccolo è il gruppo isomorfogeno rispetto all'intera molecola, cioè quanto più grande è la parte comune alle molecole delle due sostanze. Così, mentre i sali di sodio non sono isomorfi coi corrispondenti composti di potassio ecc., lo sono alcuni sali doppi, come gli allumi, di grande peso molecolare. I solfati di Mg, Zn, Ni, sono soltanto isodimorfi con quelli di Fe, Co (tutti con $7H_2O$); invece i loro sali doppi alcalini con $6H_2O$ sono isomorfi e miscibili in tutti i rapporti. Così pure dei composti $C_2H_4Br_2$ , $C_2H_4BrCl$ , $C_2H_4Cl_2$ , $C_2H_4I_2$ , in cui il gruppo che non varia è $C_2H_4$ , il primo ha maggior tendenza a formare soluzioni solide col secondo che coi due ultimi; invece sono completamente isomorfi i composti $C_6H_4Br_2$ , $C_6H_4BrCl$ , $C_6H_4Cl_2$ , in cui il gruppo comune è $C_6H_4$. Benzolo e fenolo non hanno simile forma cristallina, ma danno soluzioni solide limitatamente; la naftalina ed i naftoli sono invece completamente isomorfi. Benzolo e furano non danno soluzioni solide; per contro, le danno naftalina e cumarone, e ancor meglio fenantrene e ossido di difenilene: le parti di molecole che rimangono invariate nei tre casi sono rispettivamente: $C_4H_4$ , $C_8H_6$ , $C_{12}H_8$.

L'A. dimostra con una tabella, che per alcune serie di composti, si può dare a mezzo del coefficiente di ripartizione $\varkappa = \frac{a_s}{a_l}$, una dimostrazione quantitativa del principio enunciato.

Dai fatti già esposti si può anche concludere che l'isomorfismo, in ispecie pei corpi organici, non dipende dal carattere chimico dei corpi, bensì dalla loro configurazione molecolare. Reciprocamente, quando due corpi hanno simile forma cristallina o danno soluzioni solide, si può concludere che la loro costituzione è simile o identica. Ciò permette di decidere quale delle diverse formule che le ricerche chimiche possono fare attribuire ad un composto, sia la giusta; così, anche con questo metodo, oltre che con quelli pura-

mente chimici, si vide che la nicotina deve riguardarsi come la piridil-n. metilpirrolidina e non come esaidrodipiridile.

L'A. dimostra come l'isomorfismo possa servire a giudicare della configurazione stereochimica di diverse sostanze.

Fa notare poi, che dai metodi crioscopici si possono trarre conclusioni più decisive che dalle misure sui cristalli, poichè tali misure lo sono soltanto in casi positivi; infatti le forme cristalline possono anche essere diverse, pure avendosi soluzioni solide (isodimorfismo).

Luigi Colomba

## Sopra una varietà di ptilolite dell'isola Principe Rodolfo

Fra i campioni di minerali raccolti alla Baia di Teplitz, nell'isola Principe Rodolfo, dalla spedizione di S. A. R. il Duca degli Abbruzzi, trovasi un grosso frammento di calcite gialliccia ed evidentemente costituiva lo riempimento d'una geode nel basalto, portando ancora aderenti alla periferia delle piccole traccie della roccia incassante.

In questa calcite è inclusa una sostanza che separata mediante l'azione dell'acido cloridrico diluito, si presenta in lunghi e finissimi aghi incolori, flessibili e dotati di lucentezza setacea; quelli più grossi sono striati parallelamente all'asse di allungamento ed in alcuni è possibile di vedere una faccia terminale perpendicolare al detto asse.

Questa sostanza non trovasi uniformemente diffusa in tutta la massa della calcite ma bensì occupa sotto forma di incrostazione la parte periferica del frammento, quella parte cioè che formava la zona di contatto colle pareti della geode, onde si può dedurre che essa rappresentasse un deposito anteriore a quello della calcite.

Essa è difficilmente decomposta dall'acido cloridrico

anche concentrafo e bollente; è pure difficilmente fusibile con ribollimento e si nota che se nei punti in cui la fusione fu completa essa appare trasformata in un vetro incoloro, dove invece essa non fu completa i singoli individui aciculari compariscono ancora indipendenti e cambiati in cilindri, incolori, isotropi e contorti.

La quantità di acqua contenuta in essa è assai grande; dalle ricerche istituite a questo scopo ebbi che essa giunge sino al 15,24 %, ma però, siccome da alcune osservazioni preliminari risultò come la sua separazione incominciasse a temperatura poco elevata, essendomi limitato ad essiccare la sostanza usata per queste ricerche a temperatura ordinaria, è presumibile che piccole quantità dell'acqua trovata debbano considerarsi come acqua igroscopica; ed invero avendo lasciato una porzione di sostanza in un essiccatore con cloruro calcico per alcuni giorni ebbi una perdita pari a 0,81 %, onde si può ammettere che la quantità di acqua realmente contenuta nel minerale della Baia di Tepliz sia pari a 14,43 %.

Quest'acqua si elimina completamente ad una temperatura di 350°-400°; a tempereture meno elevate la sua eliminazione avviene gradualmente, essendo già più che sensibile anche ad una temperatura di poco superiore a 100°; invero io ottenni a 105°-110° una perdita di 5,46 %.

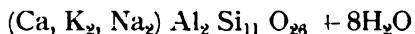
Notevole è la facilità con cui quest'acqua in tal modo eliminata può venire riassorbita parzialmente o totalmente, a seconda della temperatura a cui venne anteriormente portata la sostanza stessa. Avendo scaldato una porzione di essa a 105°-110° ottenni dopo aver lasciato che la sostanza si raffredasse all'aria, una perdita insignificante pari a 0,38 % mentre invece nel già accennato saggio, nel quale avevo collocato la sostanza ancora calda in un essiccatore contenente cloruro calcico, la perdita fu, come dissi, di 5,46 %.

Nè quest'acqua in tal modo riassorbita poteva considerarsi puramente come igroscopica, poichè non solo non mi fu possibile di scacciarla lasciando anche per vari giorni la sostanza stessa in un essiccatore in presenza a cloruro calcico, ma per essere completamente riespulsa richiese che la sostanza venisse nuovamente portata alla primitiva tem-

peratura di 105°-110°; ed infatti avendo in un saggio elevato la temperatura solo fino ad 85° ebbi una perdita inferiore e pari solo a 4,28 %.

Portando la sostanza a temperature più elevate il riassorbimento dell'acqua è solo più parziale, poichè avendo scaldato una porzione di sostanza a 350°-400° ed avendo dopo lasciato che si raffredasse all'aria ebbi solo più una perdita oscillante fra 10,61 e 10,71 % invece di 15,24; il riassorbimento poi fu pressochè nullo quando la sostanza venne portata fino alla temperatura di fusione.

Le ricerche analitiche compiute sul minerale in questione stabilirono che esso deve considerarsi come un idrosilicato di alluminio, calcio, potassio e sodio, riferibile al gruppo delle zeoliti e corrispondente alla formola seguente:

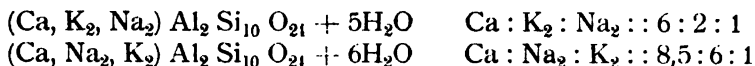
$$(Ca, K_2, Na_2)\ Al_2\ Si_{11}\ O_{28} + 8H_2O$$

in cui Ca : $K_2$ : $Na_2$ : : 3 : 1 : 1 come risulta dal seguente specchio in cui a fianco dei valori da me ottenuti sono espressi quelli teoricamente necessari per la suddetta formola:

| | Valori teorici | Valori ottenuti | Rapporti molecolari | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 67,97 | 67,52 | 1,125 | 1,12 | 11 |
| $Al_2O_3$ | 10,55 | 10,76 | 0,105 | 0,10 | 1 |
| CaO | 3,45 | 3,31 | 0,059 | 0,06 | |
| $K_2O$ | 1,93 | 1,69 | 0,018 | 0,02 | 1 |
| $Na_2O$ | 1,27 | 1,19 | 0,019 | 0,02 | |
| $H_2O$ | 14,82 | 14,43 | 0,802 | 0,80 | 8 |
| | 99,99 | 99,90 | | | |

Tale composizione chimica associata al fatto della costante presenza di estinzioni rette, indica come il minerale della Baia di Teplitz sia molto prossimo alla ***ptilolite***, idrosilicato scoperto da Cross e da Eakins [1] nel Colorado, dapprima a Green Mountains e poscia a Silver Cliff, e la

[1] *On Ptilolite a new Mineral*, « Amer. Journ. of Science » (1886), 32, pag. 117; *New occurrence of Ptilolite*, « Amer. Journ. of Science » (1892), 42, pag. 96.

cui composizione chimica corrisponde rispettivamente alle seguenti formole;

$(Ca, K_2, Na_2) Al_2 Si_{10} O_{21} + 5H_2O$ $\quad$ $Ca : K_2 : Na_2 :: 6 : 2 : 1$
$(Ca, Na_2, K_2) Al_2 Si_{10} O_{21} + 6H_2O$ $\quad$ $Ca : Na_2 : K_2 :: 8,5 : 6 : 1$

Può quindi considerarsi come una varietà di ptilolite che differisce da quelle già note per la sua maggiore acidità e per la maggiore ricchezza in acqua.

## II.

Notevoli sono i caratteri ottici di questa ptilolite per il fatto che subiscono delle sensibili variazioni col variare delle condizioni fisiche nelle quali vengono esaminati i suoi cristalli. Come già ho detto, essi presentano costantemente estinzioni rette; però analogamente a quanto già notarono Cross ed Eakins la birifrangenza è solo sensibilmente riconoscibile nei cristalli più voluminosi, mancando ed essendo quasi impercettibile in quelli più esili e più sottili.

Dalle mie osservazioni però risulta che essa può subire delle notevoli variazioni in seguito a riscaldamento anche entro a limiti molto ristretti. Infatti ottenni di rendere molto sensibile la birifrangenza anche in quelli più minuti, scaldandoli ad una temperatura di 120°-125°; a tale temperatura tutti gli individui di ptilolite, anche quelli che ad ordinaria temperatura apparivano completamente isotropi, divenivano fortemente birifrangenti, conservando sempre il carattere delle estinzioni rette. Lasciandoli in seguito nuovamente raffreddare l'intensità della birifrangenza tornava a diminuire ed a temperatura ordinaria essi riacquistavano i caratteri posseduti prima di essere stati riscaldati; e tali modificazioni nella intensità della birinfrangenza potevano ripetersi a volontà sottoponendo nuovamente i cristalli stessi all'azione del calore.

Ora tenendo conto della grande loro ricchezza in acqua e della facilità con cui essa viene eliminata ed, almeno in parte, riassorbita per ulteriore raffreddamento all'aria, si poteva supporre che le variazioni notate nei suoi caratteri ottici fossero intimamente collegate alle quantità di acqua

in essi contenute, concordemente a quauto Klein ammise avvenire nell'analcite ([1]).

Ed invero se si considerano delle temperature di poco superiori a 100°, si potrebbe stabilire una corrispondenza diretta fra le modificazioni dei caratteri ottici e le variazioni del tenore in acqua, quando si ammettesse che l'aumentare della birifrangenza fosse dovuto alla parziale eliminazione dell'acqua e la sua tendenza a scomparire in seguito a raffreddamento dipendesse invece dal successivo riassorbimento dell'acqua stessa.

Contro a qnesta supposizione stanno i risultati di una mia esperienza. Presi un certo numero di cristalli e collocatili sopra un vetrino li scaldai fino a che fosse ben viva la loro birifrangenza, poscia li coprii parzialmente con una goccia di balsamo del Canadà e continuai a scaldare fino a che questo avesse acquistato il carattere di indurire prontamente. Osservati poscia al microscopio i detti cristalli, osservai che mentre quelli scsperti in brevissimo tempo perdevano la birifrangenza, invece quelli coperti dal balsamo la conservavano per un tempo più lungo, ma tuttavia a poco a poco anche in essi andavo diminuendo fino a scomparire per modo che la differenza esistente fra gli uni e gli altri consisteva solo nella molto maggior lentezza con la quale quelli coperti dal balsamo tornavano nelle condizioni primitive.

È evidente che se l'aumentare della birinfrangenza fosse dovuto alla parziale eliminazione dell'acqua, i cristalli inclusi nel balsamo e quindi sottratti completamente dal contatto con l'umidità atmosferica, doveva trovarsi nella impossibilità di idratarsi nuovamente per raffreddamento e quindi avrebbero dovuto mantenere la birifrangenza acquistata.

Un altro fatto pure osservai, il quale, oltre a confermare la impossibilità di ammettere l'influenza dell'acqua sul comportamento ottico dei cristalli di ptilolite, servirebbe pure a dimostrare che i detti cristalli posseggono un as-

---

([1]) *Mineralogische Miltheilungen*, «Neues Jahrb. für Miner.». ecc., XI, Beil. Bd. (1897-98), pag. 475.

settamento molecolare molto instabile, cosa del resto che pure si può ricavare dalla rapidità con cui aumenta o diminuisce in essi la birifrangenza. Il fatto a cui alludo consiste in ciò che avendo osservato alcuni cristalli appena separati mediante l'azione dell'acido cloridrico diluito dalla calcite includente, essi sembravano presentare, specialmente quelli più grossi, una birinfrangenza più sensibile di quella presentata dai cristalli che da lungo tempo erano isolati; il che d' altra parte poteva anche osservarsi in quei cristalli che comparivano in alcune sezioni microscopiche ottenute dalla calcite. Lasciati però a sè anche in essi però la birifrangenza andava scemando di intensità per modo che dopo un certo periodo di tempo presentavano un contegno ottico perfettamente paragonabile a quello caratteristico dei cristalli da lungo tempo isolati dalla calcite.

Scaldati questi cristalli, riacquistavano la forte birifrangenza, la quale però tornava a scomparire col raffreddamento, comportandosi quindi in modo perfettamente analogo ai cristalli da lungo tempo isolati dalla calcite includente.

Ora avendo io osservato come l'assorbimeuto dell'acqua anteriormente espulsa avveniva solo quando i cristalli di ptilolite si lasciavano raffreddare all'aria e mancava invece quando venivano esposti all'aria di già raffreddati, il che si otteneva collocandoli ancora caldi in un essiccatore, mentre invece la scomparsa della birifrangenza si manifestava in tutti, rimarrebbe escluso che la tendenza alla scomparsa della birifrazione nei cristalli isolati dalla calcite possa derivare da un assorbimento d' acqua. Essa indica piuttosto la comparsa in essi d'una modificazione nell'assettamento molecolare.

Il che facilmente, a mio parere, si patrebbe spiegare ammettendo l'ipotesi di Friedel [1] che, cioè, nelle zeoliti le variazioni nei ccratteri ottici dipendano da variazioni di volume.

Inverò, supponendo che nella ptilolite, analogamente a quanto Friedel constatò nella analcite, si abbia una contra-

---

[1] *Sur quelques propriétés nouvelles des zéolithes*, «Bull. de la Soc. franc. de Minér.» (1896), XIX, pag. 94.

zione di volume coll'aumentare della temperatura e quindi si abbia una dilatazione col diminuire di essa, basterebbe ammettere che la ptilolite si sia formata a temperatura sufficientemente elevata perche essa presentasse una forte birifrazione ed in tali condizioni sia rimasta inclusa nella calcite per modo che anche in seguito ad un ulteriore raffreddamento, i cristalli i quali, essendo inclusi nella calcite, non potevano subire dilatazione alcuna nel loro volume, avrebbero mantenuto i loro caratteri primitivi, salvo a perderli quando, isolati dalla calcite includente, venivano a trovarsi in condizione di obbedire alle leggi che determinavano in essi una variazione nell'assettamento molecolare, accompagnata da un aumento di volume, e resa appunto evidente da una diminuzione nel carattere della birifrangenza. Un tale modo di interpretare i fenomeni osservati nella ptilolite della Baia di Teplitz, spiegherebbe pure perchè i cristalli inclusi nel balsamo impiegarono un tempo molto più lungo a perdere la birifrangenza acquistata per effetto del calore, occorrendo un certo tempo appunto perchè potessero riuscire a vincere la resistenza opposta dal balsamo alla loro dilatazione.

Ma queste variazioni nell'assettamento molecolare rappresenterebbero nella ptiiolite un fenpmeno ben differente da quello osservato nell'analcite, perchè ammettendo che il diminuire in essa della birifrangenza rappresenti una tendenza verso la monorifrangenza, si avrebbe la concordanza fra i caratteri ottici e l'abito dei cristalli non già a bassa temperatura, ma bensì almeno a 120°, quando cioè essi cominciano a divenire fortemente birifrangenti, poichè la struttura fibrosa che essi presentano ed il complesso dei loro caratteri morfologici si addicono di più ad un minerale trimetrico che non ad uno monometrico.

Sarebbe quindi un fenomeno inverso di quello osservato nell'analcite, nella quale invece, coll'aumentare della temperatura, tende a crescere la discordanza fra i caratteri cristallografici ed ottici dei suoi cristalli, essendo in essi la perturbazione molecolare rappresentata dalla contrazione di volume subita durante il riscaldamento, mentre in quelli

di ptilolite la perturbazione sarebbe rappresentata dalla dilatazione su ita durante il raffreddamento.

Ciò che è certo ad ogni modo si è che considerando i limiti assai ristretti di temperatura entro i quali si manifestano queste modificazioni strutturali ed anche la piccola intensità delle cause atte a produrle, devesi indubbiamente ammettere per la ptilolite una eccezionale instabilità nell'equilibrio molecolare, superiore certo a quelle osservate in qualsiasi altra specie minerale.

Ed il fatto che Cross ed Eakins trovarono la loro ptilolite sotto forma di piccoli aggregati fibrosi occupanti delle cavità nella calcedonia, cioè in condizioni di giacitura tali da rendere possibile nei suoi cristalli ogni fenomeno di dilatazione richieste dal loro assettamento molecolare a temperatura ordinaria, spiegherebbe perchè essi non abbiano osservato le differenze di contegno ottico che io invece ebbi modo di notare nella ptilolite della Baia di Teplitz.

La possibilità poi di fenomeni consimili a quelli da me ammessi per la ptilolite, sarebbe pure confermata dalla curiosa osservazione compiuta da L. Bombicci [1] sulla sagenite che trovasi inclusa nel quarzo del Brasile e consistente in ciò che i cristalli aciculari di sagenite avrebbero subìto un allungamento all'estremità rimasta libera in seguito alla levigazione dei frammenti di quarzo che li contenevano inclusi, essendo con tutta probabilità questo allungamento una tendenza dei cristalli stessi a vincere la contrazione di volume a cui erano stati sottoposti durante la consolidazione della massa quarzosa avvolgente.

*Istituto Mineralogico della R. Università di Torino*
*20 Maggio 1902.*

---

[1] *Di un sensibile aumento di volume negli aghetti di rutilo, ecc.*, «Mem. della R. Acc. delle Scienze dell' Istit. di Bologna», serie V. tomo IX (1901).

F. Zambonini

## Wavellite di Manziana (1)

L'A. descrive l'aspetto esterno del minerale quale trovasi su un pezzo della solita trachite detta *pietra della Manziana,* aspetto per il quale molto si rassomiglia alla prehnite globulare della Val di Fassa, e alla phillipsite fibro-raggiata molto frequente nella leucitite di Vallerano (Roma).

Le poche proprietà ottiche e cristallografiche che egli potè determinare nei sottili individui dei globuletti, e l'analisi chimica gli dimostrarono che era *wavellite.*

L'A. fa notare che nel fare il saggio chimico non ha potuto constatare il rigonfiamento al cannello indicato dal Des Cloizeaux e dal Dana nei loro trattati, e che ha dovuto porre grande attenzione nella scelta del materiale per l'analisi, perchè con la massima facilità si possono mescolare ad esso delle particelle felspatiche della roccia.

I risultati dell'analisi sono: $P_2O_5 = 33.76$, $Al_2O_3 = 37.11$; $H_2O = 26.69$; $F = 2.05$; Somma 99.61, dai quali si deduce che la composizione è di una wavellite molto pura.

Confutando qualche analisi precedentemente fatta sulla wavellite, l'A. trova che per la wavellite di Manziana la composizione si accorda perfettamente con la formula di Groth $(PO_4)_2 (Al\ OH)_3, 5H_2O$, nella quale 1/6 dell'OH è sostituito da F, per la quale infatti richiede $P_2O_5 = 33.9$; $Al_2O_3 = 36.8$; $H_2O = 27$, $F = 2.3$; Somma 100,0. L'A. con questa pubblicazione fa così rilevare la diffusione maggiore di questo minerale in Italia, ove esso è molto raro.

E. B.

---

(1) Lavoro pubblicato nei « Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei » Vol. XI, 1° sem., serie 5ª, fasc. 3°, 1902.

G. B. Negri

# Studio cristallografico sul Carborundum.

Stimando che i risultati a cui giunsero Frazer (1) e Becke (2) nelle loro ricerche cristallografiche sopra il Carborundum (CSi) non siano completi nè interamente attendibili, mi sono risolto ad intraprendere un nuovo studio di questa, anche dal lato industriale, assai interessante sostanza, sottoponendo ad accurate osservazioni goniometriche numerosi cristalli sia semplici che geminati.

Furono esaminati con la lente migliaia e migliaia di cristalli e fra questi quasi cento furono misurati, di guisa che dalle abbondanti osservazioni su cristalli con facce piane e lucenti, sovente addirittura perfetti, non solo mi fu possibile stabilire la loro simmetria geometrica, la distinzione tra forme dirette ed inverse, la relativa frequenza di esse, la legge di geminazione, ma altresì a riconfermare con rigorosa esattezza la legge della costanza degli angoli diedri e quella della razionalità e semplicità degli indici, le quali, pur formando, come ben si sa per lunga e ripetuta esperienza, la base granitica della cristallografia geometrica, vengono messe pur troppo in dubbio, anche di recente, da qualche autore!

L'abito dei cristalli, da me investigati, varia assai, predominando alcune volte lo sviluppo nelle direzioni perpendicolari, altre volte parallelamente all'asse ternario, donde due tipi estremi distinti, tabulare il primo, piramidale il secondo.

---

(1) Journal of the Franklin Institute. September 1893. Apendix.

(2) Zeitschrift für Kryst. und Min. von P. Groth. Band. XXIV b. 537.

Inoltre mentre i cristalli, caratterizzati generalmente dalla combinazione della base del prisma di prima specie e di un certo numero di romboedri diretti coi corrispondenti inversi, manifestano simmetria geometrica perfettamente esagonale, ve ne hanno di altri con abito spiccatamente romboedrico, nei quali è notevole generalmente la mancanza del prisma e la presenza di 6 romboedri, dei quali tre sono diretti e tre inversi, ma questi ultimi non coniugati coi primi.

Furono riscontrati eziandio cristalli che formano termini di passaggio dall'uno all'altro dei due tipi summenzionati.

Le forme cristalline nei numerosissimi cristalli presi in disamina essendo soltanto di tre sorta e cioè: il prisma (2II), la base (111) e romboedri diretti ed inversi, da sole non consentono la determinazione definitiva del gruppo cristallino, a cui devonsi riferire i cristalli di carborundum, poichè le anzidette forme sono proprie a tre gruppi cristallini e cioè al ditrigonal-scalenoedrico (calcite), al trigonal-trapezoedrico (quarzo) ed al gruppo romboedrico (dioptasio).

Siccome i cristalli di carborundum non possiedono la polarizzazione circolare, così dei tre gruppi suddetti è da escludersi con assai probabilità il secondo.

Se poi il carborundum appartenga al gruppo ditrigonal scalenoedrico oppure al romboedrico, lo decideranno in seguito le figure di corrosione, che ho in animo di indagare, ma non già, come fece Becke, limitandomi a corrodere le facce della sola pinacoide, ma altresì quelle del prisma e di romboedri su cristalli, già goniometricamente osservati.

Per ora le conclusioni, a cui giunsi, rispetto alla distribuzione delle facce nei numerosi cristalli studiati, mi inducono a riferirli, come fece Frazer, al gruppo ditrigonal-scalenaedrico, anzichè al gruppo ditrigonal-piramidale (tormalina), come vorrebbe Becke.

Mentre ai due chiarissimi autori non tornò possibile la distinzione tra le forme dirette ed inverse, tale distinzione è stata raggiunta in seguito alle nostre numerose ricerche su cristalli perfetti e quasi completi.

Frazer trovò 13 romboedri $\left(\frac{1}{5}, \frac{4}{5}, \frac{10}{11}, 1, \frac{5}{4}, \frac{4}{3}, \frac{10}{7}, 2, \frac{5}{2}, 4, \frac{19}{4}, 5, 10\right)$, il prisma di prima specie e la base. — Determinò la costante $c = 1{,}2264$.

Becke osservò alcune delle forme indicate da Frazer, e cioè:

$(0001), (10\bar{1}1), (40\bar{4}3), (10.0.\overline{10}.7), (20\bar{2}1), (40\bar{4}1), (50\bar{5}1), (10.0.\overline{10}.1), (10\bar{1}0)$,

e determinò la costante $c \doteq 1{,}2243$, eseguendo poche misurazioni.

Le forme invece riscontrate nei nostri cristalli salgono a ben 44, le quali, come rilevasi dal quadro delle combinazioni, che in fine al lavoro verrà aggiunto, rispetto alla loro relativa frequenza possono suddividersi in più categorie:

1ª delle forme costanti
2ª » » assai frequenti
3ª » » frequenti
4ª » » poco frequenti
5ª » » rare
6ª » » assai rare

Alla 1ª vi appartiene la (111).

Alla 2ª vi appartengono in ordine di frequenza decrescente:

i romboedri $(5\bar{1}\bar{1})$; $(22\bar{1})$; $(11.\bar{1}.\bar{1})$; $(77\bar{5})$; ed il prisma $(2\bar{1}\bar{1})$.

Alla 3ª pure ordinati conforme la frequenza decrescente:

$(11\bar{1})$; $(100)$; $(55\bar{7})$; $(3\bar{1}\bar{1})$; $(14.\bar{1}.\bar{1})$; $(17.17.\overline{13})$; $(77\bar{8})$; $(11.11.\overline{19})$; $(11.\bar{4}.\bar{4})$; $(31.1.1)$.

Alla 4ª $(19.5.5)$; $(11.11.\overline{13})$; $(33\bar{1})$; $(13.1.1)$; $(17.17.\bar{7})$; $(23.23.\bar{7})$.

In complesso 22 forme.

Alla 5ª e 6ª categoria appartengono altre 22 forme, rare o assai rare, le prime riscontrate due o al massimo tre volte in 89 cristalli e le assai rare appena una volta.

Di queste ultime forme e così pare delle 22 appartenenti alle prime quattro categorie e delle loro combinazioni discorreremo in seguito.

Riguardo alla legge di geminazione poi, da misure assai

attendibili appare chiaro doversi preferire la prima delle due interpretazioni, suggerite da Becke per la legge di geminazione.

Da un cristallo assai piccolo, ma trasparente, utilizzando le sue facce naturali a prismi birifrangenti, si ebbero, come vedremo poi, per gli indici principali di rifrazione, valori di gran lunga migliori di quelli, che ottenne Becke con metodi di osservazione meno precisi e con calcoli affetti da gravi errori.

### Osservazioni goniometriche.

Le ricerche goniometriche furono condotte con un goniometro N. 2, Fuess, che consente le letture fino al limite di 30″.

Affinchè i valori angolari riescissero più che fosse possibile attendibili, l'autore procurò di ridurre ai minimi termini le imperfezioni soggettive, proprie ad ogni osservatore, procedendo nelle sue indagini nei modi seguenti:

1° Ogni cristallo veniva dapprima esaminato con e senza lente, poi effigiato e le sue facce venivano brevissimamente descritte, con un cenno magari, e poi indicate con lettere o numeri.

2° Nella misurazione di ogni singolo angolo, dietro l'esame delle immagini riflesse dalle relative due facce cristalline, veniva attribuito anzi tutto il peso 3, 2, 1, ovvero approssimato al valore angolare da conseguirsi in seguito a due letture, corrispondenti alle due impostazioni, fatte con la massima cura. *Il peso da darsi al valor angolare dipende così dalle proprietà delle immagini e non già dal valore stesso.*

Le differenze fra le letture, per avere i valori angolari, venivano fatte appena dopo aver misurato il cristallo.

3° Le osservazioni goniometriche furono eseguite in primavera ed autunno nello stesso ambiente con temperatura pressochè costante.

4° Le osservazioni nella stessa giornata non durarono mai più di tre ore consecutive, e ciò a proposito, ritenendo l'autore che protraendo il lavoro goniometrico ad un periodo

di tempo maggiore ne soffra il sensorio e conseguentemente aumentino gli errori di osservazione dipendenti da esso.

Seguono ora i risultati relativi a cinque cristalli fra i più perfetti e completamente studiati.

I. *Cristallo* (36° della serie studiata).

Di dimensioni mediocri, presenta abito esagonale con sviluppo prevalente nel senso dell'asse principale di simmetria [111].

Mentre da un lato di [111] è completamente limitato da facce, dall'altro lo è in piccola parte soltanto, come rilevasi dalla proiezione stereografica di tutte le sue facce, Fig. 1.

Offre la combinazione delle seguenti forme semplici:

(111) con la faccia superiore, poco estesa.
$(2\bar{1}\bar{1})$ con 5 facce, di cui due ampie, 1 estesa e 2 poco estese.
(100) con 2 facce ristrette superiori.
$(22\bar{1})$ con una sola faccia ristretta superiore.
$(11.\bar{1}.\bar{1})$ con tre facce superiori, di cui due ampie ed una estesa, ed una inferiore, poco estesa.
$(77\bar{5})$ con tre facce superiori, di cui un'ampia e due estese; e due inferiori ristrette.
$(5\bar{1}\bar{1})$ con tre facce superiori, di cui una estesa e due ristrette, ed una inferiore estesa.
$(11\bar{1})$ con tre facce superiori, di cui una ampia e due estese; e due inferiori, una ristretta e l'altra ristrettissima.
$(3\bar{1}\bar{1})$ con due facce superiori, una ampia e l'altra estesa; e con una inferiore, poco estesa.
$(55\bar{7})$ con tre facce superiori, di cui due ampie e la terza estesa; e con due inferiori, l'una estesa e l'altra poco estesa.

Nel quadro, che segue, vengono registrati i risultati di numerose osservazioni, fatte su questo cristallo, allo scopo di dimostrare la loro attendibilità, sia rispetto alla legge della costanza degli angoli diedri, che alla loro perfetta concordanza coi valori richiesti dalla teoria.

I valori calcolati sono stati ottenuti dall'angolo fondamentale:

$$111 : \frac{100}{22\bar{1}} = 54°.\ 46'.\ 37'',$$

valore sperimentale, ricavato, come media, dai valori di 113 angoli osservati di peso 1, di 48 angoli di peso 2 e di tre angoli di peso 3.

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D.(1) | d.(2) | Val. Osservati di peso 2. | D.(1) | d.(2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $111 : \frac{100}{22\bar{1}}$ | 54°.46'.37" | 54°.47' | 1' | | | | |
| | | .48 | | | | | |
| | | Media 54 .47.30 | | 0'.53" | 54°.46 ½ | — | -0'.07" |
| $111 : \frac{11.\bar{1}.\bar{1}}{77\bar{5}}$ | 62 .05.53 | 62 .03 ½ | 6' | | 62 .04. | | |
| | | .09 ½ | | | .05 | | |
| | | Media 62 .06.30 | | 0'.37" | .05 ½ | 3' | |
| | | | | | .06 | | |
| | | | | | .06 ½ | | |
| | | | | | .07 | | |
| | | | | | Media 62 .05.40 | | -0'.13" |
| $111 : \frac{5\bar{1}\bar{1}}{11\bar{1}}$ | 70 .33.23 | 70 .32. | — | -1'.23" | 70 .31 ½ | | |
| | | | | | .33 | | |
| | | | | | .33 ½ | 3' | |
| | | | | | .33 ½ | | |
| | | | | | .34 ½ | | |
| | | | | | .34 ½ | | |
| | | | | | Media 70 .33.25 | | 0'02" |
| $111 : \frac{311}{55\bar{7}}$ | 79 .59.24 | 79 .55. ½ | — | -3'.54' | 79 .59 | | |
| | | | | | .59 ½ | | |
| | | | | | 80 .00 | 2' ½ | |
| | | | | | .00 | | |
| | | | | | .00 ½ | | |
| | | | | | .01 ½ | | |
| | | | | | Media 80 .00.05 | | 0'.41" |

(1) Distanze angolari fra i valori estremi osservati in angoli omologhi.
(2) Differenze fra i valori calcolati e le medie dei valori osservati.

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 : 2$\bar{1}\bar{1}$ | 90°.00′.00″ | 89°.57 ½ | — | - 2′.30″ | 89°.59 ½<br>90 .00<br>.00 ½ | 1′ | |
| | | | | | Media 90 .00.00 | | 0′.00″ |
| 2$\bar{1}\bar{1}$ : 11$\bar{2}$ | 60 .00.00 | 59 .59 | — | - 1′.00′ | .60.00<br>.00<br>.00 | 0′ | |
| | | | | | Media 60 .00 | | 0′.00″ |
| 31$\bar{1}$ : 55$\bar{7}$ | 58 .59.44 | — | — | — | 58 .58 ½<br>.59 ½<br>.59 ½<br>59 .00 | 1 ½ | |
| | | | | | Media 58 .59.23 | | - 0′.21″ |
| 11$\bar{2}$ : 311<br>2$\bar{1}$1 : 557 | 60 .30.08 | 60 .28 ½<br>.30 ½<br>.33 ½ | 5′ | | 60 .29 ½<br>.30<br>.30<br>.30 | ½′ | |
| | | Media 60 .30.50 | | 0′.42″ | Media 60 .29.53 | | - 0′.15″ |
| 5$\bar{1}\bar{1}$ : 11$\bar{1}$ | 56 .15.41 | 56 .14 | — | - 1′.41″ | 56 .15 ½<br>.15 ½<br>.16<br>.16 ½<br>.17 ½ | 2′ | |
| | | | | | Media 56 .16.12 | | 0′.31″ |
| 11$\bar{2}$ : 5$\bar{1}\bar{1}$<br>2$\bar{1}$1 : 11$\bar{1}$ | 61 .52.09 | 61 .50<br>.52<br>.52 ½<br>.52 ½<br>.53<br>.57 ½ | 7 ½ | | 61 .51 ½<br>.51 ½<br>.52<br>.52 ½ | 1′ | |
| | | | | | Media 61 .51.53 | | - 0′.16″ |
| | | Media 61 .52.55 | | 0′.46′ | | | |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11.\bar{1}.\bar{1} : 77\bar{5}$ | 52°.26′.49″ | — | — | — | 52°.26′ ½<br>.26 ½<br>.27<br>.27<br>.27<br>.27 ½ | 1 | |
| | | | | | Media 52 .26.55 | | 0′.06″ |
| $2\bar{1}\bar{1} : 775$<br>$11\bar{2} : 11.\bar{1}.\bar{1}$ | 63 .46.35 | 63 .38 ½<br>.45<br>.46<br>.46<br>.46<br>.47 ½ | 9′ | | 63 .46<br>.46 ½<br>.46 ½<br>.46 ½ | ½′ | |
| | | | | | Media 63 .46.23 | | |
| | | Media 63 .44.50 | | - 1′.45″ | | | - 0′.12″ |
| $11.\bar{1}.\bar{1} : 11\bar{1}$<br>$775 : 5\bar{1}\bar{1}$ | 55 .04.44 | 55 .01 | — | - 3′.44″ | 55 .04<br>.04 ½<br>.04 ½<br>.05<br>.05<br>.05<br>.05<br>.05<br>.05 ½<br>.05 ½<br>.05 ½ | 1′ ½ | |
| | | | | | Media 55 .04.57 | | 0′.13″ |
| $11.\bar{1}.1 : 55\bar{7}$<br>$3\bar{1}\bar{1} : 775$ | 58 .54.11 | — | — | — | 58 .53<br>.53 ½<br>.54<br>.54<br>.54<br>.54<br>.54<br>.54 ½<br>.54 ½<br>.55<br>.56 ½ | 3′ ½ | |
| | | | | | Media 58 .54.16 | | 0′.05″ |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $55\bar{7} : \bar{1}1\bar{1}$ | 66°.01'.06" | 66°.00' | 0' | | 66 .00 | | |
| | | .00 | | | .00 ½ | | |
| | | | | | .01 | 1' | |
| | | Media 66 .00 | | - 1'.06" | .01 | | |
| | | | | | .01 | | |
| | | | | | Media 66 .00.42 | | - 0'.24' |
| $55\bar{7} : 51\bar{1}$ | 58 .31 .20 | 58 .30 | 3' | | 58 .30 | | |
| $3\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$ | | .33 | | | .30 | | |
| | | | | | .31 | | |
| | | Media 58 .31 .30 | | 0'.10" | .31 | | |
| | | | | | .31 | 2' | |
| | | | | | .31 ½ | | |
| | | | | | .31 ½ | | |
| | | | | | .32 | | |
| | | | | | .32 | | |
| | | | | | Media 58 .31 .07 | | - 0'.13" |
| $55\bar{7} : 010$ | 59 .50.06 | 59 .48 | | | | | |
| | | .49 | | | | | |
| | | .49 | 3' | | | | |
| | | .51 | | | | | |
| | | .51 | | | | | |
| | | Media 59 .49.36 | | - 0'.30" | | | |
| $77\bar{5} : 7\bar{5}\bar{5}$ | 69 .16.53 | 69 .17 | — | 0'.07" | 69 .17 | — | 0'.07" |
| $\bar{1}22 : 010$ | 48 .12.57 | 48 .11 | | | | | |
| | | | 1 ½ | | | | |
| | | .12 ½ | | | | | |
| | | Media 48 .11 .45 | | - 1'.12" | | | |
| $010 : 11\bar{2}$ | 65 .53.32 | 65 .52 | -- | - 1'.32' | | | |

Come risulta dal quadro di sopra, furono misurati quindi nel nostro cristallo ben 127 angoli, a 38 dei quali fu attribuito un peso 1, e ad 89 un peso 2.

I valori di peso 2 specialmente sono assai istruttivi.

Delle quindici sorta di angoli, misurati ciascuno più di una volta, a cui essi si riferiscono:

1 (misurato 11 volte) presenta una distanza angolare fra i valori estremi di $3'\,{}^{1}/_{2}$
2 (misurati ciascuno 6 volte) presentano una distanza angolare fra i valori estremi di 3′
1 (misurato 6 volte) presenta una distanza angolare fra i valori estremi di $2'\,{}^{1}/_{2}$
2 (misurati rispett. 5 e 9 volte) presentano una distanza angolare fra i valori estremi di 2′
2 (misurati rispett. 4 e 11 volte) presentano una distanza angolare fra i valori estremi di $1'\,{}^{1}/_{2}$
4 (misurati rispett. 3, 4, 6 e 5 volte) presentano una distanza angolare fra i valori estremi di 1′
2 (misurati rispett. 4 e 4 volte) presentano una distanza angolare fra i valori estremi di ${}^{1}/_{2}'$
1 (misurato 3 volte) presenta una distanza angolare fra i valori estremi di 0′.

Le distanze angolari fra i valori estremi degli angoli osservati di peso 2 oscillano dunque fra $3'\,{}^{1}/_{2}$ e 0′, mentre quelle corrispondenti agli angoli osservati di peso 1 fra 9′ e 0′.

Le medie poi delle distanze angolari fra i valori estremi di tutti gli angoli osservati di peso 1 e 2 si ottengono moltiplicando ogni singola distanza angolare per il numero delle rispettive osservazioni, a cui si riferisce, sommando i prodotti e dividendo la somma per il numero totale delle osservazioni.

Così nel caso del cristallo in esame esse risultano rispettivamente 5′.04′ e 1.52″. Ciò equivale a dire che la legge della costanza degli angoli diedri per le osservazioni di peso 1 si verifica in media entro l'intervallo di 5′ e per le osservazioni di peso 2 entro l'intervallo di 2′.

Confrontando poi i valori osservati (le medie, nei casi

di angoli osservati più di una volta) di peso 1 e 2 coi valori calcolati, notiamo che nel primo caso le rispettive differenze delle 17 sorta di angoli sono comprese fra i limiti estremi: 3'.54" e 0'.07", riuscendo per 6 angoli inferiori ad 1' e per i rimanenti, generalmente, alquanto superiori di 1'.

*La media delle differenze fra Calcolo e Osservazione di peso 1 è di 1'.23".*

Ma l'accordo è veramente notevolissimo fra Calcolo e Osservazione di peso 2. Le differenze fra i valori calcolati ed osservati per due dei 17 angoli montano a 0'.41" rispettivamente 0'.31" e per i rimanenti discendono a valori inferiori, riuscendo la differenza media fra Osservazione e Teoria a 0'.13'.

II. *Cristallo* (35° della serie studiata).

Impiantato ad una estremità dell'asse [111], mostra facce cristalline dall'altra estremità; è di abito esagonale con le facce di (2$\bar{1}\bar{1}$) assai sviluppate. Della stessa combinazione del cristallo precedente.

La forma (111) si presenta con la faccia superiore piana, discretamente estesa.

La forma (2$\bar{1}\bar{1}$) si presenta con tutte le sue facce con sviluppo predominante.

La forma (100) si presenta con tre facce superiori, di cui due estese ed una ampia.

La forma (22$\bar{1}$) si presenta con tre facce superiori, di cui due ampie ed una ristretta.

La forma (11.$\bar{1}$.$\bar{1}$) si presenta con tre facce superiori, di cui due ampie ed una estesa.

La forma (775) si presenta con tre facce superiori, di cui una ampia e due ristrette.

La forma (5$\bar{1}\bar{1}$) si presenta con tre facce superiori, di cui una strettissima, la seconda stretta e la terza ampia.

La forma (11$\bar{1}$) presenta tre facce con sviluppo differente assai.

La forma (3$\bar{1}\bar{1}$) a differenza delle precedenti, manifesta, oltre che tre facce superiori con estensione varia, anche una inferiore stretta.

La forma (55$\bar{7}$) presenta tre facce superiori con estensione

differente, e due inferiori, l'una sviluppata, l'altra ristretta.

Come si vede le forme di questo cristallo presentano facce con estensione generalmente differente.

La figura 3 ci rappresenta il cristallo in discorso.

Facciamo seguire i risultati di numerose osservazioni, avendo di mira di dimostrare, come per il primo cristallo già illustrato, l'attendibilità loro sia di fronte alla legge della costanza degli angoli diedri che alla loro perfetta concordanza coi valori richiesti dalla teoria.

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. | Val. Osservati di peso 3. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $111 : \frac{100}{22\bar{1}}$ | 54°.46'.37" | 54°.42' ½<br>.44 ½<br>Media 54 .43.30 | 2' | – 3'.07" | 54°.46'<br>.47 ½<br>Media 54 .46.45 | 1' ½ | 0'.08" | 54°.46'<br>.47<br>.47<br>Media 54 .46.40 | 1' | 0'.03" |
| $111 : \frac{11.\bar{1}.1}{77\bar{5}}$ | 62 .05.53 | 62 .02 ½<br>.06<br>Media 62 .04.15 | 3' ½ | – 1'.38" | 62 .06<br>.06<br>Media 62 .06 | 0' | 0'.07" | 62 .06 | | 0'.07" |
| $111 : \frac{5\bar{1}\bar{1}}{11\bar{1}}$ | 70 .33.23 | 70 .29<br>.32 ½<br>Media 70 .30.45 | 3' ½ | – 2'.38" | 70 .31 ½<br>.35<br>.35 ½<br>Media 70 .34 | 4 | 0'.37' | | | |
| $111 : \frac{3\bar{1}\bar{1}}{55\bar{7}}$ | 79 .59.24 | 79 .58 ½<br>.58 ½<br>.59 ½<br>.59 ½<br>80 .00 ½<br>.00 ½<br>.01<br>Media 79 .59.43 | 2' ½ | 0'.19' | 79 .58 ½<br>80 .00<br>.00<br>.00<br>.01<br>Media 79 .59.54 | 2 ½ | 0'.30" | | | |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. | Val. Osservati di peso 3. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2\bar{1}\bar{1} : 11\bar{2}$ | 60°.00'.00" | | | | | | | 59°.59' | | |
| | | | | | | | | .59 ½ | | |
| | | | | | | | | .59 ½ | | |
| | | | | | | | | .59 ½ | 1' ½ | |
| | | | | | | | | .59 ½ | | |
| | | | | | | | | 60 .00 ½ | | |
| | | | | | | | | Media 59 .59.35 | | -0'.25" |
| $3\bar{1}\bar{1} : 55\bar{7}$ | 50 .59.44 | — | — | — | 58 .59 ½ | | | 59 .00 | — | 0'.16" |
| | | | | | .59 ½ | | | | | |
| | | | | | 59 .00 | ½' | | | | |
| | | | | | .00 | | | | | |
| | | | | | .00 | | | | | |
| | | | | | Media 58 .59.48 | | 0'.04" | | | |
| $11\bar{2} : 3\bar{1}\bar{1}$<br>$2\bar{1}\bar{1} : 55\bar{7}$ | 60 .30.08 | — | — | — | 60 .29 | | | 60 .29 ½ | | |
| | | | | | .29 ½ | | | .30 ½ | 1' ½ | |
| | | | | | .29 ½ | | | .31 | | |
| | | | | | .29 ½ | | | Media 60 .30.20 | | 0'.12" |
| | | | | | .30 | | | | | |
| | | | | | .30 | | | | | |
| | | | | | .30 | 2 | | | | |
| | | | | | .30 ½ | | | | | |
| | | | | | .30 ½ | | | | | |
| | | | | | .31 | | | | | |
| | | | | | .31 | | | | | |
| | | | | | .31 | | | | | |
| | | | | | Media 60 .30.08 | | 0'.00" | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | .24 ½ | 9′ | | | | | .27 ½ | | |
| | | .28 ½ | | | | | | | | |
| | | Media 52 .23.50 | | − 2′.59″ | | | | Media 52 .27 | | 0′.11″ |
| 2I̅I̅ : 775<br>112̅ : 11.I̅.I̅ | 63 .46.35 | 63 .45 | | | 63 .45 | | | 63 .46 | 0′ | |
| | | .46 | | | .45 ½ | | | .46 | | |
| | | .46 ½ | 1 ½ | | .46 ½ | 3′ | | | | |
| | | .46 ½ | | | .46 ½ | | | Media 63 .46 | | − 0′.35″ |
| | | | | | .47 | | | | | |
| | | Media 63 .46 | | − 0′.35″ | .48 | | | | | |
| | | | | | Media 63 .46.25 | | − (′.10″ | | | |
| 100 : 22I̅ | 48 .12.57 | 48 .13 | — | 0′.05′ | 48 .12 | | | 48 .13 ½ | — | 0′.33″ |
| | | | | | .12 | 1′ | | | | |
| | | | | | .13 | | | | | |
| | | | | | .13 | | | | | |
| | | | | | Media 48 .12.30 | | − 0′.27″ | | | |
| 112̅ : 100<br>2I̅I̅ : 22I̅ | 65 .53.32 | 65 .53 ½ | — | − 0′.02″ | 65 .52 | | | 65 .53 ½ | — | − 0′.02″ |
| | | | | | .52 | | | | | |
| | | | | | .52 | | | | | |
| | | | | | .52 ½ | | | | | |
| | | | | | .52 ½ | 3′ | | | | |
| | | | | | .53 ½ | | | | | |
| | | | | | .53 ½ | | | | | |
| | | | | | .53 ½ | | | | | |
| | | | | | .54 ½ | | | | | |
| | | | | | .55 | | | | | |
| | | | | | Media 65 .53.06 | | − 0′.26″ | | | |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. | Val. Osservati di peso 3. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $5\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$ | 56°.15'.41" | 57°.17' | — | 1'.19" | 56°.15' $^1/_2$ | | | | | |
| | | | | | .15 $^1/_2$ | $^1/_2$ | | | | |
| | | | | | .16 | | | | | |
| | | | | | Media 56 .15.40 | | -0'.01" | | | |
| $2\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$ | 61 .52.09 | 51 .51 $^1/_2$ | — | -0'.39" | 61 .51 | | | | | |
| $11\bar{2} : 5\bar{1}\bar{1}$ | | | | | .51 $^1/_2$ | | | | | |
| | | | | | .52 | | | | | |
| | | | | | .52 | 2' | | | | |
| | | | | | .52 | | | | | |
| | | | | | .52 $^1/_2$ | | | | | |
| | | | | | .52 $^1/_2$ | | | | | |
| | | | | | .53 | | | | | |
| | | | | | Media 61 .52.04 | | -0'.05" | | | |

Anche per questo cristallo si possono ripetere le considerazioni svolte per il precedente.

I risultati delle misure sono ottimi e stanno in perfetta armonia con i valori voluti dalla teoria.

Le medie delle distanze angolari fra i valori estremi di tutti gli angoli osservati di peso 1, 2 e 3, ottenute nel modo che si è già detto, risultano:

$$D_1 = 3'.25''; \; D_2 = 2'.03''; \; D_3 = 1'.09''.$$

*La legge della costanza degli angoli diedri si verifica perciò entro intervalli angolari brevi, che diminuiscono fortemente passando dalle osservazioni di peso 1 a quelle di peso 2 e 3.*

Le medie poi delle differenze fra Calcolo e Osservazione di peso 1, 2 e 3 sono:

$$\pm\, d_1 = 1'.20''; \; \pm\, d_2 = 0'.15''; \; \pm\, d_3 = 0'.16''.$$

Come si scorge da questi dati, il cristallo in esame apparisce, dal lato goniometrico, perfettamente identico con il primo già studiato.

III. Cristallo (16° della serie studiata).

Di dimensioni piccole, di abito piramidale. Presenta la combinazione delle seguenti forme: $(111)$ $(2\bar{1}\bar{1})$ $(100)$ $(11.\bar{1}.\bar{1})$ $(77\bar{5})$ $(5\bar{1}\bar{1})$ $(11\bar{1})$ $(3\bar{1}\bar{1})$ $(55\bar{7})$.

Le facce di $(2\bar{1}\bar{1})$ sono in numero di 4, ma pochissimo estese, vi predominano invece quelle dei romboedri $(11.\bar{1}.\bar{1})$, $(77\bar{5})$, $(5\bar{1}\bar{1})$ e $(11\bar{1})$. Secondarie sono le forme $(3\bar{1}\bar{1})$ e $(55\bar{7})$. La $(100)$ offre una sola faccia assai ristretta. Nella figura 4 sono proiettate stereograficamente tutte le facce osservate nel cristallo.

Nel quadro, che segue, sono compresi i risultati delle osservazioni goniometriche su esso eseguite.

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $111 : 11.\bar{1}.\bar{1}$<br>$77\bar{5}$ | 62°.05'.53" | 62°.05'<br>.05<br>.05<br>.05 ½<br>.06 ½<br>.06 ½ | 1' ½ | | | | |
| | | Media 62 .05.35 | | - 0'.18" | | | |
| $111 : 5\bar{1}\bar{1}$<br>$11\bar{1}$ | 70 .33.23 | 70 .30<br>.36 ½ | 6' ½ | | | | |
| | | Media 70 .33.15 | | - 0'.08" | | | |
| $111 : 3\bar{1}\bar{1}$<br>$55\bar{7}$ | 79 .59.24 | 79 .59 ½<br>80 .03 | 3' ½ | | 79°.57' ½ | — | - 1'.54" |
| | | Media 80 .01.15 | | 1'.51" | | | |
| $5\bar{1}\bar{1} : 111$ | 56 .15.41 | — | — | — | 56 .14 ½<br>.16<br>.17 ½ | 3' | |
| | | | | | Media 56 .16 | | 0'.19" |
| $11\bar{2} : 5\bar{1}\bar{1}$<br>$2\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$ | 61 .52.09 | 61 .50 ½ | — | - 1'.39" | 61 .52 | — | - 0'.09" |
| $5\bar{1}\bar{1} : 77\bar{5}$<br>$11.\bar{1}.\bar{1} : 11\bar{1}$ | 55 .04.44 | 55 .05 ½ | — | 0'.46" | 55 .04 ½<br>.05<br>.05<br>.05 ½<br>.05 ½<br>.05 ½<br>.06 ½ | 2' | |
| | | | | | Media 55 .05.21 | | 0'.37" |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11.1.\bar{1} : 55\bar{7}$<br>$3\bar{1}\bar{1} : 77\bar{5}$ | 58°.54'.11" | — | — | — | 58°.54'<br>.54 ½<br>.54 ½<br>.55 | 1' | |
| | | | | | Media 58 .54.30 | | 0'.19" |
| $11.1.\bar{1} : 77\bar{5}$ | 52 .26.49 | — | — | — | 52 .26 ½<br>.26 ½<br>.26 ½<br>.27<br>.28<br>.28 | 1' ½ | |
| | | | | | Media 52 .27.05 | | 0.16" |
| $2\bar{1}\bar{1} : 77\bar{5}$<br>$11\bar{2} : 11.1.\bar{1}$ | 63 .46.35 | 63°.44' ½ | — | - 2'.05" | 63 .47<br>.47 ½<br>.48 | 1' | |
| | | | | | Media 63 .47.30 | | 0'.55" |
| $55\bar{7} : \bar{1}1\bar{1}$ | 66 .01.06 | — | — | — | 66 .00 ½<br>.03 | 2' ½ | |
| | | | | | Media 66 .01.45 | | 0'.39" |
| $55\bar{7} : 5\bar{1}\bar{1}$<br>$3\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$ | 58 .31.20 | 58 .34 | — | 2'.40" | 58 .30 ½<br>.31 ½<br>.32 | 1' ½ | |
| | | | | | Media 58 .31.20 | | 0'.00" |
| $2\bar{1}\bar{1} : 55\bar{7}$ | 60 .30.08 | — | — | — | 60 .29 | | - 1'.08" |

I risultati goniometrici anche di questo terzo cristallo armonizzano perfettamente con i valori richiesti dalla Teoria.

Le medie delle distanze angolari fra i valori estremi di tutti gli angoli osservati di peso 1 e 2 risultano:

$$D_1 = 2'.54''; \; D_2 = 1'.44''.$$

La legge della costanza degli angoli diedri si verifica quindi in questo cristallo entro intervalli angolari ancor più brevi che nei due primi già considerati.

Le medie inoltre delle differenze fra Calcolo e Osservazione di peso 1 e 2 sono:

$$\pm\, d_1 = 1'21''; \; \pm\, d_2 = 0'.38''.$$

IV. Cristallo (18° della serie studiata).

Presenta la stessa combinazione del cristallo precedente. È di abito esagonale.

Da un lato dell'asse di simmetria [111] manifesta 14 facce, appartenenti alle forme (111), (100), (11.$\bar{1}$.$\bar{1}$), (77$\bar{5}$), (5$\bar{1}\bar{1}$), (11$\bar{1}$), (3$\bar{1}\bar{1}$), (55$\bar{7}$), dall'altro lato manca la faccia $\bar{1}\bar{1}\bar{1}$ e si riscontrano soltanto 6 facce delle forme (5$\bar{1}\bar{1}$), (11$\bar{1}$), (3$\bar{1}\bar{1}$), (55$\bar{7}$). Il prisma (2$\bar{1}\bar{1}$) apparisce con 5 facce, di cui due ampie, una estesa e due ristrette.

Nel seguente quadro sono compresi i risultati delle ricerche goniometriche eseguite su questo cristallo.

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 : 100 | 54°.46'.37" | — | — | -- | 54°.47' $^1/_2$ | — | 0'.53 |
| 111 : 11.$\bar{1}$.$\bar{1}$ : 77$\bar{5}$ | 62 .05.53 | — | — | — | 62 .05 $^1/_2$ | | |
| | | | | | .05 $^1/_2$ | | |
| | | | | | .06 $^1/_2$ | 1' | |
| | | | | | .06 $^1/_2$ | | |
| | | | | | .06 $^1/_2$ | | |
| | | | | | Media 62 .06.06 | | 0'.13 |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $111:5\bar{1}\bar{1}$<br>$:11\bar{1}$ | 70°.33'.23" | 70°.31'<br>.31<br>.34 ½ | 3' ½ | | 70°.31' ½<br>.34 | 2' ½ | |
| | | | | | Media 70 .32.45 | | - 0'.38" |
| | | Media 70 .32.10 | | - 1'.13" | | | |
| $111:3\bar{1}\bar{1}$<br>$:55\bar{7}$ | 79 .59.24 | 80 .00 ½ | | 1'.06" | 79 .58<br>.59<br>.59<br>80 .00<br>.01<br>.01 | 3' | |
| | | | | | Media 79 .59.40 | | 0'.16" |
| $111:2\bar{1}\bar{1}$ | 90 .00.00 | 89 .59<br>90 .00 | 1' | | 89 .59 ½<br>90 .00<br>.00 ½ | 1' | |
| | | Media 89 .59 ½ | | - 0'.30" | Media 90 .00.00 | | 0'.00" |
| $11.\bar{1}.\bar{1}:77\bar{5}$ | 52 .26.49 | — | — | — | 52 .26<br>.27<br>.27 ½ | 1' ½ | |
| | | | | | Media 52 .26.50 | | 0'.01" |
| $2\bar{1}\bar{1}:775$<br>$11\bar{2}:11.\bar{1}.\bar{1}$ | 63 .46.35 | — | — | — | 63 .45 ½<br>.46 ½<br>.47<br>.47 ½ | 2' | |
| | | | | | Media 63 .46.37 | | 0'.02" |
| $11.\bar{1}.\bar{1}:55\bar{7}$<br>$3\bar{1}\bar{1}:77\bar{5}$ | 58 .54.11 | — | — | — | 58 .54<br>.55 | 1' | |
| | | | | | Media 58 .54 ½ | | 0'.19" |

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $77\bar{5} : 7\bar{5}\bar{5}$ | 69°.16'.53" | — | — | — | 69°.16' ½<br>.17 | ½' | |
| | | | | | Media 69 .16.45 | | -0'.08 |
| $2\bar{1}\bar{1} : 11\bar{2}$ | 60 .00.00 | — | — | — | 59 .59 ½<br>60 .00<br>.00 ½ | 1' | |
| | | | | | Media 60 .00.00 | | 0'.00 |
| $2\bar{1}\bar{1} : 55\bar{7}$ | 60 .30.08 | — | — | — | 60 .29 ½<br>.30<br>.30<br>.30<br>.30 ½<br>.30 ½ | 1' | |
| | | | | | Media 60 .30.05 | | -0'.0 |
| $3\bar{1}\bar{1} : 55\bar{7}$ | 58 .59.44 | — | — | — | 58 .59 ½<br>.59 ½<br>.59 ½<br>59 .01 | 1' ½ | |
| | | | | | Media 58 .59.52 | | 0'.0 |
| $11\bar{2} : 5\bar{1}\bar{1}$ | 61 .52.09 | — | — | — | 61 .51 ½ | | -0'.3 |

Dai dati di sopra otteniamo:

$$D_1 = 2'.30''; \qquad D_2 = 1'.32'',$$
$$\pm d_1 = 0'.56''; \qquad \pm d_2 = 0'.15'',$$

risultati più che soddisfacenti.

V. Cristallo (7° della serie studiata).

Di abito esagonale, mostra sviluppo predominante secondo [111]. Da un lato dell'asse di simmetria ternario è limitato da facce delle forme: (111), $(11.\bar{1}.\bar{1})$, $(77\bar{5})$, $(5\bar{1}\bar{1})$, $(11\bar{1})$, $(3\bar{1}\bar{1})$, $(55\bar{7})$, dall'altro lato mostra soltanto una faccia di $(55\bar{7})$. La forma $(2\bar{1}\bar{1})$ si presenta con tre facce estese e con le altre tre ristrette. Anche in questo cristallo, come negli altri, è caratteristica la variabilità, rispetto alla loro estensione, delle facce omologhe.

Seguono i dati relativi alle ricerche goniometriche, eseguite su questo cristallo.

| ANGOLI | Valori Calcolati | Val. Osservati di peso 1. | D. | d. | Val. Osservati di peso 2. | D. | d. | Val. Osservati di peso 3. | D. | d. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3$\bar{1}\bar{1}$ : 55$\bar{7}$ | 58°.59'.44" | — | — | — | 58°.58' ½ | | | 58°.59' ½ | | |
| | | | | | .59 | 2' | | 59 .00 | ½' | |
| | | | | | 59 .00 ½ | | | .00 | | |
| | | | | | Media 58 .59.20 | | - 0'.24" | Media 58 .59.50 | | 0'.06" |
| 11$\bar{2}$ : 3$\bar{1}\bar{1}$ | 60 .30.08 | 60°.30' ½ | | | 60 .28 ½ | | | 60 .30 | — | - 0'.08" |
| 2$\bar{1}$1 : 55$\bar{7}$ | | .31 ½ | 1' | | .29 | | | | | |
| | | | | | .30 | 2' | | | | |
| | | Media 60 .31 | | 0'.52" | .30 | | | | | |
| | | | | | .30 ½ | | | | | |
| | | | | | Media 60 .29.36 | | - 0'.32" | | | |
| 5$\bar{1}$1 : 11$\bar{1}$ | 56 .15.41 | — | — | — | 56 .16 | | | 56 .15 ½ | — | - 0'.11" |
| | | | | | .16 | | | | | |
| | | | | | .16 | 0' | | | | |
| | | | | | .16 | | | | | |
| | | | | | .16 | | | | | |
| | | | | | Media 56 .16 | | 0'.19" | | | |
| 11$\bar{2}$ : 5$\bar{1}\bar{1}$ | 61 .52.09 | 61 .49 | | | 61 .51 | | | 61 .51 ½ | — | - 0'.39" |
| 2$\bar{1}$1 : 11$\bar{1}$ | | .54 | 5' | | .51 ½ | | | | | |
| | | | | | .51 ½ | 1' | | | | |
| | | Media 61 .51 ½ | | - 0'.39" | .52 | | | | | |
| | | | | | Media 61 .51 ½ | | - 0'.39" | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$<br>$55\bar{7} : 5\bar{1}\bar{1}$ | 58 .31 .20 | 58 .29 ½<br>.29 ½<br>.30 ½<br>Media 58 .29.50 | 1′ | - 1′.30″ | 58 .30 ½<br>.31<br>.31<br>.31<br>Media 58 .30.52 | ½ | - 0′.28″ | 58 .30 ½<br>.31<br>.31 ½<br>.31 ½<br>.31 ½<br>Media 58 .31.12 | 1′ | - 0′.08″ |
| $11.\bar{1}.\bar{1} : 77\bar{5}$ | 52 .26.49 | — | — | — | — | — | — | 52 .26 ½ | — | - 0′.19″ |
| $2\bar{1}\bar{1} : 77\bar{5}$<br>$11\bar{2} : 11.\bar{1}.\bar{1}$ | 63 .46.35 | 63 .46 ½ | — | - 0′.05″ | 63 .45 | — | - 1′.35″ | | | |
| $\bar{7}55 : 5\bar{7}5$ | 62 .57.20 | — | — | — | 62 .58 | — | 0′.40″ | | | |
| $11.\bar{1}.\bar{1} : 55\bar{7}$<br>$77\bar{5} : 3\bar{1}\bar{1}$ | 58 .54.11 | — | — | — | 58 .54 ½ | — | 0′.19″ | 58 .54<br>.54 ½<br>Media 58 .54.15 | ½′ | 0′.04″ |

Dai dati, compresi nel quadro, risultano:

$$D_1 = 2'.09'' \; ; \qquad D_2 = 1'.03'' ; \qquad D_3 = 0'.45'' ;$$
$$\pm\, d_1 = 0'.46''\tfrac{1}{2} ; \qquad \pm\, d_2 = 0'.37'' ; \qquad \pm\, d_3 = 0'.14'' ;$$

valori assai soddisfacenti.

## Limiti entro cui si verifica la legge della costanza degli angoli diedri, relativi a tutti i cristalli misurati.

Per dimostrare entro quali limiti si verifica la legge della costanza degli angoli diedri rispetto all'osservazione di peso 1, 2, 3 e peso approssimato vengono raccolti in quadri i rispettivi valori, distribuiti in colonne verticali. I primi termini di esse sono dati dai minimi valori assoluti, a cui seguono quelli grado grado crescenti, finchè gli ultimi rappresentano i massimi assoluti. Accanto ad ogni colonna di valori osservati sta un'altra, in cui figurano i numeri degli angoli omologhi aventi lo stesso valore. In una terza e quarta colonna sono compresi i prodotti negativi o positivi delle differenze fra i valori osservati e calcolati per i numeri degli angoli aventi lo stesso valore.

Ai quadri faremo seguire delle considerazioni intente a metter in rilievo le proprietà più salienti relative agli elementi delle diverse colonne.

I. Angolo 111 : 100
: 22$\bar{1}$
Valore calcolato = 54°.46'.37'' [1]

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n [2] | n × d [3] | | Valori Osservati | n [2] | n × d [3] | |
| | | — | + | | | — | + |
| 54°.37 | 1 | 9'.37'' | | | | | |
| .39 1/2 | 2 | 14.14 | | | | | |
| .41 1/2 | 1 | 5.07 | | | | | |
| .42 | 4 | 18.28 | | | | | |
| .42 1/2 | 2 | 8.14 | | | | | |
| .43 | 2 | 7.14 | | | | | |
| .43 1/2 | 5 | 15.35 | | | | | |
| .44 | 3 | 7.51 | | | | | |
| .44 1/2 | 8 | 16.56 | | | | | |
| .45 | 6 | 9.42 | | 54°.45' | 3 | 4'.51'' | |
| .45 1/2 | 8 | 8.56 | | .45 1/2 | 4 | 4.28 | |
| .46 | 8 | 4.56 | | .46 | 6 | 3.42 | |
| .46 1/2 | 10 | 1.10 | | .46 1/2 | 12 | 1.24 | |
| .47 | 10 | | 3'.50'' | .47 | 10 | | 3'.50'' |
| 47 1/2 | 3 | | 2.39 | .47 1/2 | 8 | | 7.04 |
| .48 | 11 | | 15.13 | .48 | 3 | | 4.09 |
| .48 1/2 | 7 | | 13.11 | .48 1/2 | 1 | | 1.53 |
| .49 | 6 | | 14.18 | .51 | 1 | | 4.23 |
| .49 1/2 | 7 | | 20.11 | | | | |
| .50 1/2 | 1 | | 3.53 | | | | |
| .51 | 5 | | 21.55 | | | | |
| ,51 1/2 | 1 | | 4.53 | | | | |
| .53 | 1 | | 6.23 | | | | |
| .53 1/2 | 1 | | 6.53 | | | | |
| Media: 54°.46'.29'' | 113 | -Σ(4)=128'.00''; | Σ(5)=113'.19'' | 54.46.46 | 48 | -Σ=14'.25''; | +Σ=21'19'' |
| Calcolo: 54 .46 .37 | | -d(6)=2'.08; | +d(7)=2'08'' | | | -d=0'.35 | +d=0'.56'' |
| ±D= 0°.0'.8'' | | ±d=2'.08'' | | | | ±d=0'.45'' | |
| | | | | | | D=0°.0'.9' | |

---

(1) Angolo fondamentale, media dei valori di 113 angoli di peso 1, di 48 angoli di peso 2 e di tre angoli di peso 3.

(2) Numero degli angoli dello stesso valore.

(3) Prodotti delle differenze (fra Osservazione e Calcolo) negative e positive con il numero degli angoli dello stesso valore.

(4) Somma dei prodotti negativi.

(5) » » » positivi.

(6) Differenza media negativa fra Osservazione e Calcolo.

(7) » » positiva » » »

Valori osservati di peso 3:

| | | n | n × d | |
|---|---|---|---|---|
| | | | — | + |
| | 54°46′ | 1 | 0′37″ | |
| | 47 | 2 | | 0′46″ |
| Media | 54°.46′.40″ | 3 | —Σ=0′.37″ | +Σ=0′.46″ |
| | | | —d=0′.37″ | +d=0′.23″ |
| Calc. | 54 .46.37 | | | |
| | ±D= 0° 0′ 3″ | | | |

VALORI OSSERVATI CON APPROSSIMAZIONE

| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n + d | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | × | | | — | + |
| 54°.10′ ½ | 1 | 36′.07″ | | 54°.48′ ½ | 1 | | ·1′.53″ |
| .11 | 1 | 35.37 | | .49 | 1 | | 2.23 |
| .12 ½ | 1 | 34.07 | | .49 ½ | 1 | | 2.53 |
| .16 | 1 | 30.37 | | .50 | 1 | | 3.23 |
| .24 ½ | 1 | 22.07 | | .50 ½ | 1 | | 3.53 |
| .27 ½ | 1 | 19.07 | | .51 | 3 | | 13.09 |
| .29 | 1 | 17.37 | | .51 ½ | 1 | | 4.53 |
| .30 | 1 | 16.37 | | .52 | 2 | | 10.46 |
| .33 ½ | 1 | 13.07 | | .53 | 2 | | 12.46 |
| .34 | 2 | 25.14 | | .53 ½ | 2 | | 13.46 |
| .34 ½ | 1 | 12.07 | | .54 | 3 | | 22.09 |
| .36 ½ | 2 | 20.14 | | .54 ½ | 1 | | 7.53 |
| .37 ½ | 1 | 9.07 | | .55 ½ | 1 | | 8.53 |
| .38 | 1 | 8.37 | | .57 ½ | 1 | | 10.53 |
| .40 ½ | 1 | 6.07 | | .59 | 3 | | 37.09 |
| .41 | 3 | 16.51 | | .59 ½ | 2 | | 25.46 |
| .41 ½ | 2 | 10.14 | | 55°.00″ | 2 | | 26.46 |
| .42 | 4 | 18.28 | | .00 ½ | 1 | | 13.53 |
| .43 | 2 | 7.14 | | .08 | 1 | | 21.23 |
| .43 ½ | 1 | 3.07 | | .08 ½ | 1 | | 21.53 |
| .46 | 6 | 3.42 | | .10 ½ | 1 | | 23.53 |
| .46 ½ | 2 | 0.14 | | .21 | 1 | | 34.23 |
| .47 | 2 | | 0.46 | .26 ½ | 1 | | 39.53 |
| .47 ½ | 2 | | 1.46 | .30 | 1 | | 43.23 |
| .48 | 2 | | 2.46 | .45 ½ | 1 | | 58.53 |

Media 54°.47′.57″ 79 —Σ=366′.19″ +Σ=472′.06″

Calc. 54 .46.37 —d= 9′.54″ +d= 11′.14″

D= 0° 1′.20″ ±Σ =838′.25″ ±d= 10′.36″.

II. Angolo 111 : 11.I.1
: 77$\bar{5}$
Valore calcolato = 62°.05′.53″

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 61°.58′ | 1 | 7′.53″ | | | | | |
| .59 | 1 | 6.53 | | | | | |
| 62.00 | 1 | 5.53 | | | | | |
| .01 | 1 | 4.53 | | | | | |
| .01 ½ | 2 | 8.46 | | 62°.01′ ½ | 1 | 4′.23″ | |
| .02 ½ | 4 | 13.32 | | .02 | 1 | 3.53 | |
| .03 | 3 | 8.39 | | | | | |
| .03 ½ | 5 | 11.55 | | .03 ½ | 3 | 7.09 | |
| .04 | 5 | 9.25 | | .04 | 4 | 7.32 | |
| .04 ½ | 12 | 16.36 | | .04 ½ | 7 | 9.41 | |
| .05 | 11 | 9.43 | | .05 | 13 | 11.29 | |
| .05 ½ | 6 | 2.18 | | .05 ½ | 29 | 11.07 | |
| .06 | 10 | | 1′.10″ | .06 | 35 | | 4′.05″ |
| .06 ½ | 8 | | 4.56 | .06 ½ | 19 | | 11.43 |
| .07 | 7 | | 7.49 | .07 | 15 | | 16.45 |
| .07 ½ | 11 | | 17.47 | .07 ½ | 3 | | 4.51 |
| .08 | 8 | | 16.56 | .08 | 5 | | 10.35 |
| .08 ½ | 4 | | 10.28 | .08 ½ | 2 | | 5.14 |
| .09 | 4 | | 12.28 | | | | |
| .09 ½ | 2 | | 7.14 | .09 ½ | 1 | | 3.37 |
| .10 | 3 | | 12.21 | | | | |
| .10 ½ | 1 | | 4.37 | .10 ½ | 1 | | 4.37 |
| .11 ½ | 1 | | 5.37 | | | | |
| .12 | 1 | | 6.07 | | | | |
| .12 ½ | 1 | | 6.37 | | | | |
| .14 | 1 | | 8.07 | | | | |
| .24 | 1 | | 18.07 | | | | |
| | 115 | | | | 139 | | |

Med. 62°.06′.11″ -Σ=106′.28″; +Σ=140′.21″ 62°.05′.56″ -Σ=55′.14″ + Σ=61′.27″
Calc. 62.05.53 -d= 2′.03″; +d= 2′.14″ 62.05.53 -d= 0′.57″ + d= 0′.46″

D = 0°.00′.18″ ±Σ=246′.49″ D=0°.00′.03″ ±Σ=116′.41″
±d= 2′.09″ ±d= 0′50″

Valori osservati di peso 3:

| | n | n × d − | n × d + |
|---|---|---|---|
| 62°.04' | 1 | 1'.53" | |
| .06 | 3 | | 0'.21" |
| .06 ½ | 2 | | 1.14 |
| .07 | 1 | | 1.07 |
| .07 ½ | 1 | | 1.37 |
| .08 ½ | 1 | | 2.37 |
| Media 62°.06'.27" | 9 | -Σ=1'.53 | + Σ=6'.56" |
| Calc. 62 .05.53 | | -d=1'.53 | + d=0'.52 |
| | | | ±Σ=8.49 |
| D. = 0°.00'.34" | | | ±d=0'.59" |

VALORI OSSERVATI CON APPROSSIMAZIONE

| Valori Osservati | n | n × d − | n × d + | Valori Osservati | n | n × d − | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61°.33' ½ | 1 | 32'.23" | | 62°.08' ½ | 2 | | 5'.14" |
| .35 | 1 | 30 .53 | | .09 | 1 | | 3 .07 |
| .41 ½ | 1 | 24 .23 | | .10 ½ | 1 | | 4 .37 |
| .42 ½ | 1 | 23 .23 | | .11 | 4 | | 20 .28 |
| .46 | 2 | 39 .46 | | .11 ½ | 2 | | 11 .14 |
| .52 | 1 | 13 .53 | | .13 ½ | 1 | | 7 .37 |
| .53 | 1 | 12 .53 | | .14 | 1 | | 8 .07 |
| .54 ½ | 1 | 11 .23 | | .14 ½ | 2 | | 17 .14 |
| .55 ½ | 1 | 10 .23 | | .16 ½ | 1 | | 10 .37 |
| .56 ½ | 1 | 9 .23 | | .17 | 1 | | 11 .07 |
| .57 | 1 | 8 .53 | | .17 ½ | 1 | | 11 .37 |
| .57 ½ | 2 | 16 .46 | | .18 ½ | 2 | | 25 .14 |
| .58 ½ | 2 | 14 .46 | | .20 ½ | 1 | | 14 .37 |
| 62°.00' | 2 | 11 .46 | | .21 | 1 | | 15 .07 |
| .01 | 1 | 4 .53 | | .23 ½ | 1 | | 17 .37 |
| .02 ½ | 1 | 3. 23 | | .25 | 1 | | 19 .07 |
| .03 ½ | 2 | 4 .46 | | .25 ½ | 1 | | 19 .37 |
| .04 ½ | 2 | 2 .46 | | .26 | 1 | | 20 .07 |
| .07 | 1 | | 1'.07" | .33 | 1 | | 27 .07 |
| .07 ½ | 1 | | 1 .37 | .34 | 1 | | 28 .07 |
| .08 | 1 | | 2 .07 | .54 | 1 | | 48 .07 |

Media 62°.07'.14" — - Σd×n = 276'.42" — + Σd×n = 352'.37"

Calcolato 62 .05.53 — -d=11'.32" — + d = 11'.22"

± Σd×n = 629'.19"

D = 0°. 1'.21" — ± d=11'.27".

III. Angolo 111 : 5$\bar{1}$1
: 11$\bar{1}$
Valore calcolato = 70°.33′.23″

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 70°.25′ ½ | 1 | 7′.53″ | | | | | |
| .26 | 1 | 7.23 | | | | | |
| .26 ½ | 1 | 6.53 | | | | | |
| .27 ½ | 1 | 5.53 | | | | | |
| .28 ½ | 1 | 4.53 | | | | | |
| .29 | 2 | 8.46 | | | | | |
| .29 ½ | 2 | 7.46 | | | | | |
| .30 | 2 | 6.46 | | 70°.30′ | 1 | 3′.23″ | |
| .30 ½ | 5 | 14.25 | | | | | |
| .31 | 4 | 9.32 | | .31 | 3 | 7.09 | |
| .31 ½ | 4 | 7.32 | | .31 ½ | 9 | 16.57 | |
| .32 | 8 | 11.04 | | .32 | 6 | 8.18 | |
| .32 ½ | 4 | 3.32 | | .32 ½ | 9 | 7.57 | |
| .33 | 7 | 2.41 | | .33 | 15 | 5.45 | |
| .33 ½ | 8 | | 0′.56″ | .33 ½ | 19 | | 2′.13″ |
| .34 | 10 | | 6.10 | .34 | 15 | | 9.15 |
| .34 ½ | 5 | | 5.35 | .34 ½ | 12 | | 13.24 |
| .35 | 9 | | 14.33 | .35 | 5 | | 8.05 |
| .35 ½ | 8 | | 16.56 | | | | |
| .36 | 7 | | 18.19 | .36 | 1 | | 2.37 |
| .36 ½ | 2 | | 6.14 | | | | |
| .37 | 7 | | 25.19 | .37 | 2 | | 7.14 |
| .37 ½ | 2 | | 8.14 | | | | |
| .38 | 3 | | 13.51 | .38 | 1 | | 4.37 |
| .38 ½ | 1 | | 5.07 | | | | |
| .39 | 2 | | 11.14 | | | | |
| | 107 | | | | 98 | | |

Med. 70°.33′.38″ −Σ=104′.59″ +Σ=132′.28″ 70°.33′.22″ −Σ=49′.29″ +Σ=47′.25″
Calc. 70 .33.23 −d= 2′.26″ +d= 2′.04″ 70 .33.23 −d= 1′.09″ +d= 0′.52″

D= 0° .0′.15″ ±Σ=237′.27″ D= 0°. 0′.01″ ±Σ=96′.54″
±d= 2′.13″ ±d= 0′.59″.

| Valori osservati di peso 3: | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 70°.30′ ½ | 1 | 2′.53″ | |
| .31 | 1 | 2.23 | |
| .32 ½ | 1 | 0.53 | |
| .33 | 1 | 0.23 | |
| .34 | 3 | | 1′.51″ |
| Media 70°.32′43″ | 7 | -Σ=6′.32″ | + Σ=1′.51″ |
| Calc. 70 .33.23 | | -d=1′.38″ | + d=0′.37″ |
| | | ±Σ=8.23 | ±d=1′.12″ |
| D. = 0°. 0′.40″ | | | |

VALORI OSSERVATI CON APPROSSIMAZIONE

| Valori Osservati | n | n × d — | n × d + | Valori Osservati | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 69°.46′ ½ | 1 | 46′.53″ | | 70°.34′ ½ | 2 | | 2′.14″ |
| .57 ½ | 1 | 35. 53 | | .35 | 1 | | 1 .37 |
| 70°.00′ | 1 | 33 .23 | | .35 ½ | 3 | | 6 .21 |
| .03 ½ | 1 | 29 .53 | | .36 ½ | 4 | | 12 .28 |
| .04 | 2 | 58 .46 | | .37 | 2 | | 7 .14 |
| .05 | 1 | 28 .23 | | .37 ½ | 3 | | 12 .21 |
| .09 ½ | 1 | 23 .53 | | .38 | 1 | | 4 .37 |
| .12 | 1 | 21 .23 | | .38 ½ | 1 | | 5 .07 |
| .13 ½ | 1 | 19 .53 | | .39 | 2 | | 11 .14 |
| .18 | 1 | 15 .23 | | .40 | 2 | | 13 .14 |
| .18 ½ | 1 | 14 .53 | | .40 ½ | 1 | | 7 .07 |
| .24 | 1 | 9 .23 | | .41 | 2 | | 15 .14 |
| .24 ½ | 1 | 8 .53 | | .42 | 2 | | 17 .14 |
| .25 | 3 | 25 .09 | | .43 | 1 | | 9 .37 |
| .26 | 1 | 7 .23 | | .43 ½ | 2 | | 20 .14 |
| .27 ½ | 1 | 5 .53 | | .44 | 2 | | 21 .14 |
| .28 | 2 | 10 .46 | | .45 | 1 | | 11 .37 |
| .29 | 1 | 4 .23 | | .47 ½ | 1 | | 14 .07 |
| .30 | 2 | 6 .46 | | .50 | 1 | | 16 .37 |
| .32 | 1 | 1 .23 | | .50 ½ | 1 | | 17 .07 |
| .33 | 3 | 1 .09 | | .58 | 1 | | 24 .37 |
| .34 | 2 | | 1′.14″ | 71 .11 | 1 | | 37 .37 |
| | | | | 71 .38 | 1 | | 64 .37 |

Media 70°.32′.34 -Σd×n = 409′.44″ + Σd×n = 354′.40″
Calcolo 70 .33.23 -d = 14′38″ + d = 8′.52″
D = 0°. 0′.49″ ±Σ = 764′.24″ ±d = 11′.14″.

IV. Angolo 111 : $3\bar{1}\bar{1}$

: $55\bar{7}$

Valore Calcolato = 79°.59′.24″

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 79°.51′ ½ | 1 | 7′.54″ | | | | | |
| .52 | 1 | 7 .24 | | | | | |
| .53 ½ | 1 | 5 .54 | | | | | |
| .54 | 1 | 5 .24 | | | | | |
| .54 ½ | 1 | 4. 54 | | | | | |
| .55 | 2 | 8 .48 | | | | | |
| .55 ½ | 1 | 3 .54 | | | | | |
| .56 | 4 | 13 .36 | | | | | |
| .56 ½ | 3 | 8. 42 | | | | | |
| .57 | 5 | 12 .00 | | | | | |
| .57 ½ | 6 | 11 .24 | | 79°.57′ ½ | 3 | 5′.42″ | |
| .58 | 3 | 4 .12 | | .58 | 5 | 7 .00 | |
| .58 ½ | 5 | 4 .30 | | .58 ½ | 10 | 9 .00 | |
| .59 | 9 | 3 .36 | | .59 | 19 | 7 .36 | |
| .59 ½ | 6 | | 0′.36″ | .59 ½ | 6 | | 0′.36″ |
| 80°.00′ | 12 | | 7 .12 | 80°.00 | 16 | | 9 .36 |
| .00 ½ | 7 | | 7 .42 | .00 ½ | 3 | | 3 .18 |
| .01 | 10 | | 16 .00 | .01 | 6 | | 9 .36 |
| .01 ½ | 5 | | 10 .30 | .01 ½ | 5 | | 10 .30 |
| .02 | 5 | | 13 .00 | .02 | 4 | | 10 .24 |
| .02 ½ | 6 | | 18. 36 | | | | |
| .03 | 3 | | 10 .48 | .03 | 1 | | 3 .36 |
| .03 ½ | 2 | | 8 .12 | | | | |
| | 99 | | | | 78 | | |

Media 79°.59′.18″ -Σ=102′.12″ +Σ=92′.36″ 79°.59′38″ -Σ=29′.18″ +Σ=47′.36″

Calc. 79 .59 .24 -d= 2′.23″ +d= 1′.39″ 79 .59 24″ -d= 0′.48″ +d= 1′.10″

D= 0°. 0′. 6″ ±Σ=194′.48″ D= 0°. 0′.14″ ±Σ=76′.54″

±d= 1′.58″ ±d= 0′.59″

Valori Osservati di peso 3:

| | n | | Media |
|---|---|---|---|
| 80°.00' | 1 | } | 80°.00'.15" |
| 80 .00 ½ | 1 | | |

VALORI OSSERVATI CON APPROSSIMAZIONE

| Valori Osservati | n | n × d — | n × d + | Valori Osservati | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 79°.20' | 1 | 39'.24" | | 79°.58' | 3 | 4'.12" | |
| .23 | 1 | 36 .24 | | .58 ½ | 1 | 0 .54 | |
| .28 | 1 | 31 .24 | | 80°.00' ½ | 1 | | 1'.06" |
| .29 ½ | 1 | 29 .54 | | .01 | 2 | | 3 .12 |
| .40 ½ | 1 | 18 .54 | | .02 | 3 | | 7 .48 |
| .42 ½ | 1 | 16 .54 | | .03 | 1 | | 3 .36 |
| .44 ½ | 1 | 14 .54 | | .03 ½ | 1 | | 4 .06 |
| .46 | 1 | 13 .24 | | .04 ½ | 1 | | 5 .06 |
| .46 ½ | 1 | 12 .54 | | .05 ½ | 1 | | 6 .06 |
| .49 | 1 | 10 .24 | | .06 | 1 | | 6 .36 |
| .51 | 1 | 8 .24 | | .06 ½ | 1 | | 7 .06 |
| .51 ½ | 2 | 15 .48 | | .08 | 3 | | 25 .48 |
| .52 | 1 | 7 .24 | | .08 ½ | 1 | | 9 .06 |
| .52 ½ | 3 | 20 .42 | | .12 | 1 | | 12 .36 |
| .53 | 2 | 12 .48 | | .13 ½ | 1 | | 14 .06 |
| .53 ½ | 1 | 5 .54 | | .13 | 1 | | 13 .36 |
| .54 | 1 | 5 .24 | | .14 | 1 | | 14 .36 |
| .54 ½ | 1 | 4 .54 | | .18 | 1 | | 18 .36 |
| .55 | 2 | 8 .48 | | .20 | 2 | | 41 .12 |
| .56 ½ | 2 | 5 .48 | | .34 | 1 | | 34 .36 |
| .57 | 1 | 2 .24 | | .43 ½ | 1 | | 44 .06 |
| .57 ½ | 1 | 1 .54 | | | | | |

Media 79°.58'.45" — 57 — $-\Sigma$=329'.48" + $\Sigma$=273'.00"

Calcolo 79 .59 .24 — $-d$= 10'.18" + $d$= 10'.55"

D = 0°. 0'.39" — $\pm\Sigma$=602'.48"

$\pm d$= 10'.35"

V. Angolo 111 : 21̄1̄
Valore calcolato = 90°.00'.00"

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 89°.51' $^1/_2$ | 1 | 8'.30" | | | | | |
| .54 $^1/_2$ | 1 | 5.30 | | | | | |
| .55 | 1 | 5.00 | | | | | |
| .56 $^1/_2$ | 2 | 7.00 | | | | | |
| .57 | 1 | 3.00 | | | | | |
| .57 $^1/_2$ | 3 | 7.30 | | 89°.57' $^1/_2$ | 1 | 2'.30" | |
| .58 | 4 | 8.00 | | .58 | 2 | 4.00 | |
| .59 | 1 | 1.00 | | .58 $^1/_2$ | 3 | 4.30 | |
| .59 $^1/_2$ | 4 | 2.00 | | .59 | 1 | 1.00 | |
| 90.00 $^1/_2$ | 5 | | 2'.30" | .59 $^1/_2$ | 4 | 2.00 | |
| .01 | 3 | | 3.00 | 90.00 | 6 | — | — |
| .01 $^1/_2$ | 2 | | 3.00 | .00 $^1/_2$ | 3 | | 1'.30" |
| .02 | 5 | | 10.00 | .01 | 3 | | 3.00 |
| .02 $^1/_2$ | 2 | | 5.00 | .01 $^1/_2$ | 2 | | 3.00 |
| .03 | 1 | | 3.00 | .02 | 2 | | 4.00 |
| .05 | 2 | | 10.00 | .02 $^1/_2$ | 1 | | 2.30 |
| | | | | .03 | 1 | | 3.00 |
| | 38 | | | | 29 | | |

Media 89°.59'.43" −Σ=47'.30 +Σ=36'.30" 90°.00'.06" −Σ=14'.00" +Σ=17'00"
Calcolo 90.00.00 −d= 2'38" +d= 1'50" 90.00.00 −d= 1'.16" +d= 0'.57"
D = 0°.00'.17" ±Σ=84' ±d= 2'.13" D=0°. 0'.06" ±Σ=31'.00" ±d= 1'.04"

Diamo ora i risultati delle misure approssimate:

| VALORI OSSERVATI CON APPROSSIMAZIONE | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 89°38′ ½ | 1 | 21′.30″ | | 90°.00′ | 2 | — | — |
| .49 | 1 | 11.00 | | .01 ½ | 2 | | 3′.00″ |
| .49 ½ | 1 | 10.30 | | .02 | 2 | | 4.00 |
| .50 | 1 | 10.00 | | .02 ½ | 1 | | 2.30 |
| .50 ½ | 1 | 9.30 | | .04 ½ | 1 | | 4.30 |
| .51 | 1 | 9.00 | | .05 | 2 | | 10.00 |
| .52 | 1 | 8.00 | | .08 | 1 | | 8.00 |
| .54 | 1 | 6.00 | | .10 | 1 | | 10.00 |
| .55 | 1 | 5.00 | | .12 | 1 | | 12.00 |
| .55 ½ | 1 | 4.30 | | .15 | 1 | | 15.00 |
| .56 | 1 | 4.00 | | .20 ½ | 1 | | 20.30 |
| .57 | 1 | 3.00 | | .41 ½ | 1 | | 41.30 |
| .58 | 1 | 2.00 | | .50 | 1 | | 50.00 |
| .59 ½ | 2 | 1.00 | | .50 ½ | 1 | | 50.39 |
| | 15 | | | | 18 | | |

Media 90°.03′.50″ -Σ=105′.00″ +Σ=231′.30″
Calcolo 90°.00′00 -d= 7′ +d=12′.52″

D = 0°. 3′.50″ ±Σ=336′.30″
±d= 10′.12″

VI. Angolo 311 : 557
Valore calcolato = 58°.59′.44″

Valori osservati

| Di peso 2 | | | | Di peso 3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Val. osservati | n | n × d | | Val. osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 58°.58′ ½ | 2 | 2′.28″ | | | | | |
| .59 | 1 | 0.44 | | 58°.59′ | 1 | 0′.44 | |
| .59 ½ | 7 | 1.38 | | .59 ½ | 1 | 0.14 | |
| 59 .00 | 4 | | 1′04″ | 59 .00 | 4 | | 1′.04″ |
| .00 ½ | 1 | | 0.46 | | | | |
| .01 | 1 | | 1.16 | | | | |
| Med. 58°.59′.38″ | 16 | -Σ=4′.50″ | +Σ=3′.06″ | 58°.59′.45″ | 6 | -Σ=0′.58″ | +Σ=1′.04″ |
| Calc. 58 .59.44 | | -d=0′.29″ | +d=0′.31″ | 58°.59′.44 | | -d=0′.29″ | +d=0′.16″ |
| D= 0°. 0′.06″ | | ±Σ=7′.56″ | ±d=0′.30″ | D= 0°.0′.01″ | | ±Σ=2′.02″ | ±d=0′20″ |

VII. Angolo 111 : $11.\bar{1}.\bar{1}$
Valore calcolato = 81°.57'.46"

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 81°.52' $^1/_2$ | 1 | 5'.16" | | 81°.53' | 1 | 4'.46" | |
| .55 | 2 | 5 .32 | | .55 | 1 | 2 .46 | |
| .56 | 2 | 3 .32 | | .56 | 1 | 1 .46 | |
| .57 | 2 | 1 .32 | | .56 $^1/_2$ | 2 | 2 .32 | |
| .57 $^1/_2$ | 7 | 1 .52 | | .57 $^1/_2$ | 5 | 1 .20 | |
| .58 | 3 | | 0'.42" | .58 | 2 | | 0'.28" |
| .58 $^1/_2$ | 2 | | 1 .28 | .58 $^1/_2$ | 4 | | 2 .56 |
| .59 | 3 | | 3 .42 | .59 | 1 | | 1 .14 |
| .59 $^1/_2$ | 1 | | 1 .44 | | | | |
| 82°.00' | 1 | | 2 .14 | 82 .00 | 3 | | 6 .42 |
| .00 $^1/_2$ | 2 | | 5 .28 | | | | |
| .01 | 1 | | 3 .14 | | | | |
| .02 | 1 | | 4 .14 | | | | |
| .02 $^1/_2$ | 1 | | 4 .44 | | | | |
| .04 | 1 | | 6 .14 | | | | |
| | 30 | | | | 20 | | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Media | 81°.58'.18" | -Σ=17'.44" | +Σ=33'.44" | 81°.57'.42" | -Σ=13'.10" | +Σ=11'.20" |
| Calcolo | 81 .57 .46 | -d= 1'.16" | +d= 2'.07" | 81 .57 .46 | -d= 1'.19" | +d= 1'.08" |
| D | 0°. 0'.32" | ±Σ=51'.28" | ±d= 1'.43" | D= 0'.04" | ±Σ=24'.30" | ±d= 1'.13" |

Ecco il quadro dei valori approssimati:

| Valori | n | n × d | | Valori | n | n × d | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 81°.34' | 1 | 23'.46" | | 81°.54' | 1 | 3'.46" | |
| .35 | 1 | 22 .46 | | .55 $^1/_2$ | 1 | 2 .16 | |
| .45 | 1 | 12 .46 | | .56 | 1 | 1 .46 | |
| .47 $^1/_2$ | 2 | 20 .32 | | 82 .01 $^1/_2$ | 1 | | 3'.44" |
| .50 | 1 | 7 .46 | | .02 | 1 | | 4 .14 |
| .50 $^1/_2$ | 1 | 7 .16 | | .03 | 2 | | 10 .28 |
| .52 | 1 | 5 .46 | | .08 | 2 | | 20 .28 |
| .53 $^1/_2$ | 2 | 8 .32 | | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Media | 81°.53'.39 | 19 | -Σ=116'.58" | +Σ=38'.54" |
| Calc. | 81 .57 .46 | | -d= 9'.00" | +d= 6'.29" |
| D= | 0°. 4'.07" | | ±Σ=155'.52" | ±d= 8'.12" |

VIII. Angolo 111 : 778
Valore calcolato = 74°.13'.47"

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 74°.05' ½ | 1 | 8'.17" | | | | | |
| .07 | 1 | 6.47 | | | | | |
| .09 | 1 | 4.47 | | | | | |
| .09 ½ | 1 | 4.17 | | 74°.09' ½ | 1 | 4'.17" | |
| .11 | 1 | 2.47 | | .10 ½ | 1 | 3.17 | |
| .11 ½ | 3 | 6.51 | | .12 | 1 | 1.47 | |
| .12 ½ | 1 | 1.17 | | .12 ½ | 2 | 2.34 | |
| .13 ½ | 2 | 0.34 | | .13 | 6 | 4.42 | |
| .14 ½ | 2 | | 1'.26" | .13 ½ | 7 | 1.59 | |
| .15 | 1 | | 1.13 | .14 | 2 | | 0'.26" |
| .15 ½ | 4 | | 6.52 | .14 ½ | 3 | | 2.09 |
| .16 | 1 | | 2.13 | .15 | 1 | | 1.13 |
| .16 ½ | 2 | | 5.26 | .15 ½ | 2 | | 3.26 |
| .17 | 5 | | 16.05 | .16 | 2 | | 4.26 |
| .19 | 1 | | 5.13 | .17 ½ | 1 | | 3.43 |
| .22 ½ | 1 | | 8.43 | | | | |
| .23 | 1 | | 9.13 | | | | |
| .26 | 1 | | 12.13 | | | | |
| | 30 | | | | 29 | | |

Media 74°.14'.53" −Σ= 35'.37" +Σ=68'.37" 74°.13'.40" −Σ=18'.36" +Σ=15'.23"
Calc. 74 .13.47 −d= 3'.14" +d= 3'.37" 74 .13.47 −d= 1'.02" +d= 1'.24"
D= 0°. 1'.06" ±Σ=104'.14" ±d= 3'.28" 0°. 0'.07" ±Σ=33'.59" ±d= 1'.10"

Il quadro poi dei valori approssimati è il seguente:

| Valori | n | n × d — | n × d + | Valori | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 73°.57' | 1 | 16'.47" | | 74°.22' ½ | 1 | | 8'.43" |
| 74 .12 | 2 | 3.34 | | .27 ½ | 1 | | 13.43 |
| .13 ½ | 1 | 0.17 | | .28 | 2 | | 28.26 |
| .18 | 1 | | 4'.13" | .34 | 1 | | 20.13 |
| .20 ½ | 1 | | 6.43 | .36 ½ | 1 | | 22.43 |
| .21 ½ | 1 | | 7.43 | 75 .35 ½ | 1 | | 81.43 |

Media 74°.30'.28" 14 −Σ= 20'.58" +Σ=194'.10"
Calc. 74 .13.47 −d= 5'.00" +d= 19'.25"
D= 0°.16'.41" ±Σ=214'.48" ±d=15'.21"

IX. Angolo 111 : 11.11.$\overline{19}$
Valore calcolato = 85°.57'.41"

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 85°.44' | 1 | 13'.41" | | | | | |
| .53 | 1 | 4.41 | | | | | |
| .54 | 1 | 3.41 | | | | | |
| .54 $^1/_2$ | 2 | 6.22 | | 85°.54' $^1/_2$ | 1 | 3'.11" | |
| .55 | 1 | 2.41 | | | | | |
| .56 | 2 | 3.22 | | .56 | 4 | 6.44 | |
| .56 $^1/_2$ | 3 | 3.33 | | .56 $^1/_2$ | 1 | 1.11 | |
| .57 | 3 | 2.03 | | .57 | 2 | 1.22 | |
| .58 | 3 | | 0'.57" | .57 $^1/_2$ | 6 | 1.06 | |
| .58 $^1/_2$ | 3 | | 2.27 | .58 | 5 | | 1'.35" |
| .59 | 3 | | 3.57 | .58 $^1/_2$ | 3 | | 2,27 |
| .59 $^1/_2$ | 4 | | 7.16 | .59 | 2 | | 2.38 |
| 86.00 | 2 | | 4.38 | .59 $^1/_2$ | 1 | | 1.49 |
| .00 $^1/_2$ | 1 | | 2.49 | 86.00 | 2 | | 4.38 |
| .01 | 1 | | 3.19 | | | | |
| .02 $^1/_2$ | 1 | | 4.49 | | | | |
| .03 | 2 | | 10.38 | | | | |
| .04 | 1 | | 6.19 | | | | |
| .08 | 1 | | 10.19 | | | | |
| .08 $^1/_2$ | 1 | | 10.49 | | | | |
| | 37 | | | | 27 | | |

Media 85°.58'.27" -Σ= 40'.04" +Σ=68'.17" 85°.57'.40" -Σ=13'.34" +Σ=13'.07"
Calc. 85.57.41 -d= 2'.52" +d= 2'.58" 85.57.41 -d= 0',58" +d= 1'.01"

D = 0°. 0'.46" ±Σ=108'.21" ±d= 2'.56" D=0°.0'.01" ±Σ=26'.41" ±d= 0'.59"

Si osservarono inoltre due angoli, ai cui valori rispettivi 85°.57 $^1/_2$ e 85°.58' $^1/_2$ si dette il peso di 3.

La loro media 85°.58' differisce in più dal calcolato di 0'.17".

Nel quadro che segue sono compresi i valori di 16 angoli misurati con approssimazione.

| Valori | n | n × d — | n × d + | Valori | n | n × d — | n × d × |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 85°.47′ | 1 | 10′.41″ | | 86°.05′ ½ | 2 | | 15′.38″ |
| .51 ½ | 1 | 6.11 | | .08 | 1 | | 10.19 |
| .53 ½ | 1 | 4.11 | | .09 | 1 | | 11.19 |
| .55 ½ | 1 | 2.11 | | .10 | 2 | | 24.38 |
| .58 ½ | 1 | | 0′.49″ | .17 | 1 | | 19.19 |
| 86 .01 ½ | 1 | | 3.49 | .22 | 1 | | 24,19 |
| .05 | 1 | | 7.19 | .44 ½ | 1 | | 46.49 |
| Media 86°.05′.52″ | | | | | 16 | -Σ= 23′.14″ | +Σ=164′.18″ |
| Calc. 85 .57.41 | | | | | | -d= 5.49″ | +d= 13′.42″ |
| D = 0°. 8′.11″ | | | | | | ±Σ=187′.32″ | ±d= 11′.43″ |

X. Angolo 111 : 14.1̄.1̄

Valore calcolato = 60°.32′.29″

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d — | n × d × | Valori Osservati | n | n + d — | n + d + |
| 60°.24′ ½ | 1 | 7′.59″ | | | | | |
| .25 | 1 | 7.29 | | 60°.25′ ½ | 1 | 6′.59″ | |
| .26 ½ | 1 | 5.59 | | .27 ½ | 1 | 4.59 | |
| .27 | 1 | 5.29 | | | | | |
| .28 ½ | 1 | 3.59 | | | | | |
| .29 ½ | 1 | 2.59 | | .30 ½ | 4 | 7.56 | |
| .30 | 1 | 2.29 | | | | | |
| .30 ½ | 1 | 1.59 | | .31 ½ | 3 | 2.57 | |
| .31 | 2 | 2.58 | | .32 | 5 | 2.25 | |
| .31 ½ | 1 | 0.59 | | .32 ½ | 6 | | 0′.06″ |
| .32 ½ | 4 | | 0′.04″ | .33 | 6 | | 3.06 |
| .33 | 6 | | 3.06 | .33 ½ | 1 | | 1.01 |
| .33 ½ | 1 | | 1.01 | .34 | 6 | | 9.06 |
| .35 | 2 | | 5.02 | .34 ½ | 3 | | 6.03 |
| .35 ½ | 2 | | 6.02 | .35 ½ | 2 | | 6.02 |
| .36 ½ | 2 | | 8.02 | .36 | 1 | | 3.31 |
| .37 ½ | 1 | | 5.01 | .37 | 1 | | 4.31 |
| .38 ½ | 1 | | 6.01 | | | | |
| .39 | 2 | | 13.02 | | | | |
| .41 ½ | 1 | | 9.01 | | | | |
| .42 | 1 | | 9.31 | | | | |
| | 34 | | | | 40 | | |
| Media 60°.33′.10″ | | -Σ= 42′.19″ | +Σ=65′.53″ | 60°.32′.41″ | | -Σ=25′.16″ | +Σ=33′.26″ |
| Calc. 60 .32.29 | | -d= 3′.51″ | +d= 2′.52″ | 60 .32.29 | | -d= 1′.48″ | +d= 1′.17″ |
| D = 0°. 0′.41″ | | ±Σ=108′.12″ | ±d= 3′.11″ | 0°. 0′.12″ | | ±Σ=58′.42″ | ±d= 1′.28″ |

I valori di Peso 3 sono i seguenti:

| | Valori | n | n × d − | n × d + |
|---|---|---|---|---|
| | 60°.32' $^1/_2$ | 2 | | 0'.02" |
| | 60 .33 | 2 | | 1.02 |
| Media | 60°.32'.45" | 4 | | +Σ=1'.04" |
| Calc. | 60 .32'.29 | | | +d= 16" |
| D = | 0°. 0'.16" | | | |

XI. Angolo 111 : 17.17.13
Valore Calcolato = 63°.42'.02"

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d − | n × d + | Valori Osservati | n | n × d − | n × d + |
| 63°.22' $^1/_2$ | 1 | 19'.32" | | | | | |
| .31 $^1/_2$ | 1 | 10.32 | | | | | |
| .33 $^1/_2$ | 1 | 8.32 | | | | | |
| .35 | 2 | 14.04 | | | | | |
| .35 $^1/_2$ | 1 | 6.32 | | | | | |
| .37 $^1/_2$ | 2 | 9.04 | | | | | |
| .38 $^1/_2$ | 1 | 3.32 | | 63°.38' $^1/_2$ | 1 | 3'.32" | |
| .39 | 1 | 3.02 | | | | | |
| .39 $^1/_2$ | 1 | 2.32 | | .40 $^1/_2$ | 2 | 3.04 | |
| .41 $^1/_2$ | 3 | 1.36 | | .41 | 5 | 5.10 | |
| .42 | 2 | 0.04 | | .41 $^1/_2$ | 7 | 3.44 | |
| .42 $^1/_2$ | 3 | | 1'.24" | .42 | 4 | 0.08 | |
| .43 | 2 | | 1.56 | .42 $^1/_2$ | 6 | | 2'.48" |
| .43 $^1/_2$ | 3 | | 4.24 | .43 | 5 | | 4.50 |
| .44 | 5 | | 9.50 | .43 $^1/_2$ | 5 | | 7.20 |
| .44 $^1/_2$ | 2 | | 4.56 | .44 | 1 | | 1.58 |
| .45 $^1/_2$ | 1 | | 3.28 | .44 $^1/_2$ | 1 | | 2.28 |
| .46 | 3 | | 11.54 | .45 $^1/_2$ | 2 | | 6.56 |
| .47 | 2 | | 9.56 | | | | |
| | | | | .48 $^1/_2$ | 1 | | 6.28 |
| | 37 | | | | 40 | | |

Media 63°.41'.11" -Σ= 79'.02" +Σ=47'.48" 63°.42'.28" -Σ=15'.38" +Σ=32'.48"
Calc. 63 .42.02 -d= 4'.56" +d= 2'.17" 63 .42.02 -d= 0'.49" +d= 1'.34"
D = 0°. 0'.51" ±Σ=126'.50" ±d= 3'.26" D=0°. 0'.26" ±Σ=48'.26" ±d= 1'.13"

Seguono quattro valori, a cui si dette il peso 3:

| Valori Oss. | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 63°.42' | 2 | 0'.04" | |
| 63 .42 ½ | 2 | | 0'.56" |
| Media 63°.42'.15" | 4 | -Σ=0'.04" | +Σ=0'.56" |
| Calc. 63 .42.02" | | -d=0'.02" | +d=0'.28" |
| D = 0°. 0'.13" | | ±Σ=1'.00" | ±d=0'.15" |

E gli angoli misurati con approssimazione dettero i seguenti ri-sultati:

| Valori Oss. | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 63°.20' | 1 | 22'.02" | |
| .21 | 1 | 21.02 | |
| .26 | 1 | 16.02 | |
| .31 ½ | 1 | 10.32 | |
| .37 | 1 | 5'.02 | |
| .41 ½ | 2 | 1.04 | |
| .42 | 1 | 0.02 | |

| Valori Oss. | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 63°.50' ½ | 1 | | 8'.28" |
| .51 | 1 | | 8.58 |
| .51 ½ | 1 | | 9.28 |
| .52 ½ | 1 | | 10.28 |
| .55 | 1 | | 12.58 |
| .59 | 1 | | 16.58 |

| | | n | | |
|---|---|---|---|---|
| Media | 63°.41'.26" | 14 | -Σ= 75'.46" | +Σ=67'.1 |
| Calc. | 63 .42.02 | | -d= 9'.28" | +d=11'.1 |
| D = | 0°. 0'.36" | | ±Σ=143'.04" | ±d=10'.1 |

XII. Angolo $11\bar{2} : 3\bar{1}\bar{1}$

$2\bar{1}\bar{1} : 55\bar{7}$

Valore Calcolato = 60°.30'.08"

Ecco i valori osservati di peso 1 e 2.

Peso 1.

| Val. osservati | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 60°.28' ½ | 1 | 1'.38" | |
| .30 ½ | 1 | | 0.22" |
| .31 ½ | 1 | | 1.22 |
| .33 ½ | 1 | | 3.22 |

Peso 2.

| Val. osservati | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 60°.28' ½ | 1 | 1'.38" | |
| .29 | 3 | 3.24 | |
| .29 ½ | 5 | 3.10 | |
| .30 | 11 | 1.28 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | .30 ½ | 6 | | 2'.12'' |
| | | | | .31 | 3 | | 2.36 |
| Med. 60°.31' | 4 | | +Σ=5'.06'' | 60°.29'.58'' | 29 | -Σ=9'.40'' | +Σ=4'.48'' |
| Calc. 60 .30 .08'' | | -d=1'.38'' | +d=1'.42'' | 60°.30'.08 | | -d=0'.29'' | +d=0'.32'' |
| D= 0°. 0'.52'' | | ±d=1'.41'' | | D= 0°. 0'.10'' | | ±Σ=14'.28'' | ±d=0'30'' |

e gli angoli di peso 3 dettero i seguenti risultati:

| Valori Osservati | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 60°.30' | 1 | 0'.08'' | |
| .30 ½ | 1 | | 0'.22'' |
| .29 ½ | 1 | 0.38'' | |
| .31 | 1 | | 0'.52'' |
| Media 60°.30'.15'' | 4 | -Σ=0'.46'' | +Σ=1'.14'' |
| Calc. 60 .30 .02 | | -d=0'.23'' | +d=0'.37'' |
| D= 0°. 0'.13'' | | ±Σ=2'.00'' | ±d=0'.30'' |

XIII. Angoli 112 : 51̄1̄
2̄1̄1̄ : 111̄

Valore Calcolato = 61°.52'.09''

Valori osservati:

| Di peso 1 | n | n × d — | n × d + | Di peso 2 | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61°.49' | 1 | 3'.09'' | | | | | |
| .50 | 1 | 2.09 | | | | | |
| .50 ½ | 1 | 1.39 | | | | | |
| .51 ½ | 1 | 0.39 | | 61°.51 | 2 | 2'.18'' | |
| .52 | 1 | 0.09 | | .51 ½ | 6 | 3.54 | |
| .52 ½ | 2 | | 0'.42'' | .52 | 6 | 0.54 | |
| .53 | 1 | | 0.51 | .52 ½ | 3 | | 1'.03'' |
| .54 | 1 | | 1.51 | .53 | 1 | | 0.51 |
| .57 ½ | 1 | | 5.21 | | | | |
| Media 61°.52'.15'' | 10 | -Σ=7'.45'' | +Σ=8'.45'' | 61°.51'.52'' | 18 | -Σ=7'.06'' | +Σ=1'.54'' |
| Calc. 61 .52 .09 | | -d=1'.33'' | +d=1'.45'' | 61 .52 .09 | | -d=0'.30'' | +d=0.28,5 |
| D= 0°. 0'.06'' | | ±Σ=16'.30'' | ±d=1'.39'' | D=0°.0'.17'' | | ±Σ=9'.00'' | ±d=0'.30' |

XIV. Angolo $5\bar{1}\bar{1} : 11\bar{1}$

Valore Calcolato = 56°.15′.41″

Gli angoli osservati di peso 1 dettero:

| | n | n × d (−) | n × d (+) |
|---|---|---|---|
| 56°.14′ | 1 | 1′.41″ | |
| .16 $^{1}/_{2}$ | 1 | | 0′.49″ |
| .17 | 1 | | 1.19 |
| Media 56°.15′.50″ | 3 | −Σ=1′.41″ | +Σ=2′.08″ |

donde D=0′.9″ −d=1′.41″ +d=1′.04

Gli angoli di peso 2 dettero:

| Valori Osservati | n | n × d (−) | n × d (+) |
|---|---|---|---|
| 56°.13′ $^{1}/_{2}$ | 1 | 2′.11″ | |
| .14 $^{1}/_{2}$ | 1 | 1.11 | |
| .15 $^{1}/_{2}$ | 4 | 0.44 | |
| .16 | 8 | | 2′.32″ |
| .16 $^{1}/_{2}$ | 1 | | 0.49 |
| .17 $^{1}/_{2}$ | 2 | | 3.38 |
| Media 56°.15′.51″ | 17 | −Σ= 4′.06″ | +Σ=6′.59″ |
| Calc. 56 .15.41 | | −d= 0′.41″ | +d=0′.38″ |
| D= 0°. 0′.10″ | | ±Σ=11′.05″ | ±d=0′.39″ |

XV. Angoli $31\bar{1} : 11\bar{1}$

$55\bar{7} : 5\bar{1}\bar{1}$

Valore Calcolato = 58°.31′.20″.

Valori Osservati:

| Di peso 1 | n | n × d (−) | n × d (+) | Di peso 2 | n | n × d (−) | n × d (+) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58°.29′ $^{1}/_{2}$ | 2 | 3′.40″ | | 58°.30′ | 2 | 2′.40″ | |
| .30 | 1 | 1.20 | | .30 $^{1}/_{2}$ | 2 | 1.40 | |
| .30 $^{1}/_{2}$ | 1 | 0.50 | | .31 | 7 | 2.20 | |
| .33 | 1 | | 1′.40″ | .31 $^{1}/_{2}$ | 2 | | 0.20 |
| .34 | 1 | | 2.40 | .32 | 3 | | 2.00 |
| Media 58°.31′05″ | 6 | −Σ= 5′.50″ | +Σ=4′.20″ | 58°.31′.04″ | 16 | −Σ=6′.40′ | +Σ=2′.20″ |
| Calc. 58 .31.20 | | −d= 1′.28″ | +d=2′.10″ | 58 .31.20 | | −d=0′.36″ | +d=0′.28″ |
| D= 0°. 0′.15″ | | ±Σ=10′.10″ | ±d=1′.42″ | 0°. 0′.16 | | ±Σ=9′.00″ | ±d=0′.34″ |

I valori di peso 3 sono:

| | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|
| 58°.30'. $^{1}/_{2}$ | 1 | 0'.50" | |
| .31 | 1 | 0.20 | |
| .31 $^{1}/_{2}$ | 3 | | 0'.30" |
| Media 58°.31'.12" | 5 | -d=0'.35 | +d=0'.10" |
| Calc. 58 .31.20 | | | |
| D= 0°. 0'.08" | | ±d=0'.20" | |

XVI. Angoli 211 : 775
112 : 11.1.1

Valore Calcolato = 63°.46'.35"

Valori osservati:

| Di peso 1 | n | n × d — | n × d + | Di peso 2 | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 63°.38' $^{1}/_{2}$ | 1 | 8'.05" | | | | | |
| .44 $^{1}/_{2}$ | 1 | 2.05 | | | | | |
| .45 | 2 | 3.10 | | 63°.45' | 1 | 1'.35" | |
| .46 | 4 | 2.20 | | .45 $^{1}/_{2}$ | 2 | 2.10 | |
| .46 $^{1}/_{2}$ | 2 | 0.10 | | .46 | 1 | 0.35 | |
| .47 $^{1}/_{2}$ | 1 | | 0'.55" | .46 $^{1}/_{2}$ | 6 | 0.30 | |
| | | | | .47 | 3 | | 1'.15" |
| | | | | .47 $^{1}/_{2}$ | 2 | | 1.50 |
| | | | | .48 | 2 | | 2.50 |
| Media 63°.45'.14" | 11 | -Σ=15'.50" | 0'.55" | 63°.46'.39" | 17 | -Σ= 4'.50" | +Σ=5'.55" |
| Calc. 63 .46.35 | | -d= 1'.35" | +d= 0'.55" | 63 .46.35" | | -d= 0'.29" | +d=0'.51" |
| D= 0°. 1'.21" | | ±Σ=16'.45" | ±d=1'.31 | 0°. 0'.04" | | ±Σ=10'.45" | ±d=0'.38" |

Si sono misurati inoltre due angoli di peso 3, i cui valori sono 63°.46' e 63°.46'.

| VALORI OSSERVATI CON APPROSSIMAZIONE | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 89°38' 1/2 | 1 | 21'.30" | | 90°.00' | 2 | — | — |
| .49 | 1 | 11 .00 | | .01 1/2 | 2 | | 3'.00" |
| .49 1/2 | 1 | 10 .30 | | .02 | 2 | | 4 .00 |
| .50 | 1 | 10 .00 | | .02 1/2 | 1 | | 2 .30 |
| .50 1/2 | 1 | 9 .30 | | .04 1/2 | 1 | | 4 .30 |
| .51 | 1 | 9 .00 | | .05 | 2 | | 10 .00 |
| .52 | 1 | 8 .00 | | .08 | 1 | | 8 .00 |
| .54 | 1 | 6 .00 | | .10 | 1 | | 10 .00 |
| .55 | 1 | 5 .00 | | .12 | 1 | | 12 .00 |
| .55 1/2 | 1 | 4 .30 | | .15 | 1 | | 15 .00 |
| .56 | 1 | 4 .00 | | .20 1/2 | 1 | | 20 .30 |
| .57 | 1 | 3 .00 | | .41 1/2 | 1 | | 41 .30 |
| .58 | 1 | 2 .00 | | .50 | 1 | | 50 .00 |
| .59 1/2 | 2 | 1 .00 | | .50 1/2 | 1 | | 50 .39 |
| | 15 | | | | 18 | | |

Media 90°.03'.50" -Σ=105'.00" +Σ=231'.30"
Calcolo 90°.00'00 -d= 7' +d=12'.52"

D = 0°. 3'.50" ±Σ=336'.30"
±d= 10'.12"

VI. Angolo 311 : 557
Valore calcolato = 58°.59'.44"

Valori osservati

| Di peso 2 | | | | Di peso 3 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Val. osservati | n | n × d — | + | Val. osservati | n | n × d — | + |
| 58°.58' 1/2 | 2 | 2'.28" | | | | | |
| .59 | 1 | 0.44 | | 58°.59' | 1 | 0'.44 | |
| .59 1/2 | 7 | 1.38 | | .59 1/2 | 1 | 0.14 | |
| 59 .00 | 4 | | 1'04" | 59 .00 | 4 | | 1'.04" |
| .00 1/2 | 1 | | 0.46 | | | | |
| .01 | 1 | | 1.16 | | | | |
| Med. 58°.59'.38" | 16 | -Σ=4'.50" | +Σ=3'.06" | 58°.59'.45" | 6 | -Σ=0'.58" | +Σ=1'.04" |
| Calc. 58 .59 .44 | | -d=0'.29" | +d=0'.31" | 58°.59'.44 | | -d=0'.29" | +d=0'.16" |
| D= 0°. 0'.06" | | ±Σ=7'.56" | ±d=0'.30" | D= 0°.0'.01" | | ±Σ=2'.02" | ±d=0'20" |

VII. Angolo 111 : $11.\bar{4}.\bar{4}$
Valore calcolato = 81°.57′.46″

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 81°.52′ ½ | 1 | 5′.16″ | | 81°.53′ | 1 | 4′.46″ | |
| .55 | 2 | 5 .32 | | .55 | 1 | 2 .46 | |
| .56 | 2 | 3 .32 | | .56 | 1 | 1 .46 | |
| .57 | 2 | 1 .32 | | .56 ½ | 2 | 2 .32 | |
| .57 ½ | 7 | 1 .52 | | .57 ½ | 5 | 1 .20 | |
| .58 | 3 | | 0′.42″ | .58 | 2 | | 0′.28″ |
| .58 ½ | 2 | | 1 .28 | .58 ½ | 4 | | 2 .56 |
| .59 | 3 | | 3 .42 | .59 | 1 | | 1 .14 |
| .59 ½ | 1 | | 1 .44 | | | | |
| 82°.00′ | 1 | | 2 .14 | 82 .00 | 3 | | 6 .42 |
| .00 ½ | 2 | | 5 .28 | | | | |
| .01 | 1 | | 3 .14 | | | | |
| .02 | 1 | | 4 .14 | | | | |
| .02 ½ | 1 | | 4 .44 | | | | |
| .04 | 1 | | 6 .14 | | | | |
| | 30 | | | | 20 | | |

Media 81°.58′.18″ −Σ=17′.44″ +Σ=33′.44″ 81°.57′.42″ −Σ=13′.10″ +Σ=11′.20″
Calcolo 81 .57 .46 −d= 1′.16″ +d= 2′.07″ 81 .57 .46 −d= 1′.19″ +d= 1′.08″

D 0°. 0′.32″ ±Σ=51′.28″ ±d= 1′.43″ D= 0′.04″ ±Σ=24′.30″ ±d= 1′.13″

Ecco il quadro dei valori approssimati:

| Valori | n | n × d | | Valori | n | n × d | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 81°.34′ | 1 | 23′.46″ | | 81°.54′ | 1 | 3′.46″ | |
| .35 | 1 | 22 .46 | | .55 ½ | 1 | 2.16 | |
| .45 | 1 | 12 .46 | | .56 | 1 | 1 .46 | |
| .47 ½ | 2 | 20 .32 | | 82 .01 ½ | 1 | | 3′.44″ |
| .50 | 1 | 7 .46 | | .02 | 1 | | 4 .14 |
| .50 ½ | 1 | 7. 16 | | .03 | 2 | | 10 .28 |
| .52 | 1 | 5. 46 | | .08 | 2 | | 20 .28 |
| .53 ½ | 2 | 8 .32 | | | | | |

Media 81°.53′.39 19 −Σ=116′.58″ +Σ=38′.54″
Calc. 81 .57 .46 −d= 9′.00″ +d= 6′.29″

D= 0°. 4′.07″ ±Σ=155′.52″ ±d= 8′.12″

| VALORI OSSERVATI | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DI PESO 1 | | | | DI PESO 2 | | | |
| Valori Osservati | n | n × d | | Valori Osservati | n | n × d | |
| | | — | + | | | — | + |
| 52°.03' | 1 | 6'.58" | | | | | |
| .03 $^1/_2$ | 1 | 6 .28 | | | | | |
| .06 | 1 | 3 .58 | | | | | |
| .07 $^1/_2$ | 2 | 4 .56 | | | | | |
| .08 | 1 | 1 .58 | | 52°.08' | 1 | 1'.58" | |
| .08 $^1/_2$ | 4 | 5 .52 | | | | | |
| .09 $^1/_2$ | 1 | 0 .28 | | | | | |
| .10 | 3 | | 0'.06" | | | | |
| .10 $^1/_2$ | 2 | | 1 .04 | .10 $^1/_2$ | 7 | | 3'.44" |
| .11 | 2 | | 2 .04 | .11 | 1 | | 1 .02 |
| .11 $^1/_2$ | 1 | | 1 .32 | | | | |
| .12 $^1/_2$ | 1 | | 2 .32 | .12 | 1 | | 2 .02 |
| .13 | 1 | | 3 .02 | .12 $^1/_2$ | 1 | | 2 .32 |
| .14 | 1 | | 4 .02 | | | | |
| .14 $^1/_2$ | 1 | | 4 .32 | | | | |
| .16 | 1 | | 6 .02 | | | | |
| .19 | 1 | | 9 .02 | | | | |
| .21 | 1 | | 11 .02 | | | | |
| .25 | 1 | | 15 .02 | | | | |
| | 27 | | | | 11 | | |
| Media 52°.11'.03" | | -Σ=30'.38" | +Σ=60'.02" | 52°.10'.38" | | -Σ= 1'.58" | +Σ=9'.20" |
| Calc. 52 .09.58 | | -d= 2'.47" | +d= 3'.45" | 52 .09.58 | | -d= 1'.58" | +d= 0'.56" |
| D = 0°.1'.05" | | ±Σ=90'.40" | ±d= 3'.21" | 0°. 0'.40" | | ±Σ=11'.18" | ±d= 1'.02" |

XXI. Angoli 11.$\bar{1}$.$\bar{1}$ : 11$\bar{1}$

77$\bar{5}$ : 5$\bar{1}\bar{1}$

Valore Calcolato = 55°.04'.44".

Sono stati misurati due angoli di peso 1 coi valori rispettivi 55°.01' e 55°.05' $^1/_2$, che danno una media di 55°.03'.15", la quale differisce dal valore calcolato di 1'.29".

Inoltre sono stati misurati 19 angoli di peso 2, che dettero i seguenti risultati fra Osservazione e Calcolo :

| Valori Oss. | n | n × d − | Valori Oss. | n | n × d − | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 55°.04′ | 1 | 0′.44″ | 55°.05′ | 7 | | 1′.52″ |
| .04 ½ | 3 | 0.42 | .05 ½ | 6 | | 4.36 |
| | | | .06 ½ | 1 | | 1.46 |
| | | | .09 ½ | 1 | | 4.46 |
| Media | | | 55°.05′.21″ | 19 | −Σ= 1′.26″ | +Σ=13′.00″ |
| Calc. | | | 55 .04.44 | | −d= 0′.21″ | +d= 0′.52″ |
| | | D = | 0°. 0′.37″ | | ±Σ=14′.26″ | ±d= 0′.46″ |

XXII. Angoli $11.1.\bar{1} : 55\bar{7}$
$77\bar{5} : 3\bar{1}\bar{1}$

Valore Calcolato = 58°.54′.11″

Ne sono stati misurati 17 e a tutti fu attribuito il peso di 2. Eccone i risultati:

| Valori Oss. | n | n × d − | n × d + | Valori Oss. | n | n × d − | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 58°.53′ | 1 | 1′.11″ | | 58°.54′ ½ | 3 | | 0′.57″ |
| .53 ½ | 1 | 0.41 | | .55 | 3 | | 2.27 |
| .54 | 8 | 1.28 | | .56 ½ | 1 | | 2.19 |
| | | | Med. | 58°.54′.19″ | 17 | −Σ=3′.20″ | +Σ=5′.43″ |
| | | | Calc. | 58 .54.11 | | −d=0′.20″ | +d=0′.49″ |
| | | | D= | 0°. 0′.08″ | | ±Σ=9′.03″ | ±d=0′.32″ |

XXIII. Angolo $21\bar{1} : 11\bar{2}$

Valore calcolato = 60°.00′.00″.

I risultati dell'Osservazione sono i seguenti:

| Val. oss. di p. 1 | n | n × d − | n × d + | Val. oss. di p. 2 | n | n × d − | n × d + | Val. oss. di p. 3 | n | n × d − | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 59°.58′ | 1 | 2′.00″ | | | | | | 59°.59′ | 1 | 1′.00″ | |
| .59 | 1 | 1.00 | | | | | | .59 ½ | 5 | 2.30 | |
| .59 ½ | 1 | 0.30 | | 60°.00′ | 4 | | | 60 .00 | 2 | | |
| 60°.01 ½ | 1 | | 1′.30″ | .00 ½ | 1 | | 0′.30″ | .00 ½ | 2 | | 1′.00″ |
| | 4 | | | | 5 | | | | 10 | | |
| Med. 59°.59′.30″ | | −Σ=3′.30″ | 1′30″ | 60°.00′.06″ | | | | 59°.59′.45″ | | −Σ=3′.30″ | 1′00″ |
| Calc. 60 .00.00 | | −d=1′.10″ | +d=1′.30″ | 60 .00.00 | | | | 60 .00.00″ | | −d=0′.35″ | +d=0′.30″ |
| D = 0°. 0′.30″ | | ±Σ=5′.00″ | ±d=1′.15″ | 0°.0′.06″ | | ±d=0′.06″ | | 0°.0′.15″ | | ±Σ=4′.30″ | ±d=27″ |

XXIV. Angoli 111 : 25.1.1
: 17.17.$\bar{7}$

Valore calcolato = 51°.32'.26"

L'osservazione dette i seguenti risultati:

Valori Osservati:

| Di peso 1 | n | n × d — | n × d + | Val. oss. di p. 2 | n | n × d — | n × d + | Val. appross. | n | n × d — | n × d + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 51°.29' 1/2 | 1 | 2'.56" | | 51°.31' | 1 | 1'.26" | | 50°.54' | 1 | 38'.26" | |
| .32 1/2 | 1 | | 0'.04" | .31 1/4 | 1 | 1.11 | | 51 .24 1/2 | 1 | 7.56 | |
| .33 | 1 | | 0'.34 | .31 1/2 | 1 | 0.56 | | .28 | 1 | 4.26 | |
| .34 1/2 | 1 | | 2.04 | | | | | .33 | 1 | | 0'.34" |
| .36 | 2 | | 7.08 | | | | | .37 | 1 | | 4.34 |
| | | | | | | | | .37 1/2 | 1 | | 5.04 |

M. 51°.33'.35" 6 +Σ=9'.50" 51°.31'.15" −Σ=3'.33" 51°.25'.40 −Σ=50'.48" +Σ=10'.12"

C. 51.32.26 −d= 2'.56" +d=1'.58" 51 .32.26 −d=1'.11" 51 .32'.26 −d=16'.56" +d=3'.24"

D=0°.1'.09" ±Σ=12'.46" ±d=2'.08" 0°.1'.11" 0°.6'.46" ±Σ=61'.00" ±d=10'.16

*Distanze angolari fra i valori estremi degli angoli osservati di peso differente.*

| Angoli | Peso 1 | | Peso 2 | | Peso 3 | | Peso appross. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Distanze | n | Dist. ang. | n | Dist. ang. | n | Dist. ang. | n |
| I. | 16'. 1/2 | 113 | 6' | 48 | 1' | 3 | 95' | 79 |
| II. | 26 | 115 | 9 | 139 | 4 1/2 | 9 | 80 1/2 | 55 |
| III. | 13 1/2 | 107 | 8 | 98 | 3 1/2 | 7 | 111 1/2 | 68 |
| IV. | 12 | 99 | 5 1/2 | 78 | 1/2 | 2 | 83 1/2 | 57 |
| V. | 13 1/2 | 38 | 5 1/2 | 29 | 2 | 3 | 72 | 33 |
| VI. | — | — | 2 1/2 | 16 | 1 | 6 | — | — |
| VII. | 11 1/2 | 30 | 7 | 20 | — | — | 34 | 19 |
| VIII. | 20 1/2 | 30 | 8 | 29 | 1/2 | 3 | 98 1/2 | 14 |
| IX. | 24 1/2 | 37 | 5 1/2 | 27 | 1 | 2 | 57 1/2 | 16 |
| X. | 17 1/2 | 34 | 11 1/2 | 40 | 1/2 | 4 | — | — |
| XI. | 24 1/2 | 37 | 10 | 40 | 1/2 | 4 | 39 | 14 |
| XII. | 5 | 4 | 2 1/2 | 29 | 1 1/2 | 4 | — | — |
| XIII. | 8 1/2 | 10 | 2 | 18 | — | — | — | — |
| XIV. | 3 | 3 | 4 | 17 | — | — | — | — |
| XV. | 4 1/2 | 6 | 2 | 16 | 1 | 5 | — | — |
| XVI. | 9 | 11 | 3 | 17 | 0 | 2 | — | — |
| XVII. | 9 | 3 | 2 1/2 | 17 | 1 1/2 | 3 | — | — |
| XVIII. | — | — | 3 | 11 | — | — | — | — |
| XIX. | 2 | 3 | 1 | 5 | 1/2 | 2 | — | — |
| XX. | 22 | 27 | 4 1/2 | 11 | — | — | — | — |
| XXI. | 4 1/2 | 2 | 5 1/2 | 19 | — | — | — | — |
| XXII. | — | — | 3 1/2 | 17 | — | — | — | — |
| XXIII. | 3 1/2 | 4 | 1/2 | 5 | 1 1/2 | 10 | — | — |
| XXIV. | 6 1/2 | 6 | 1/2 | 3 | — | — | 43 1/2 | 6 |
| | Σ*=12297' | 719 | Σ=*4889' 1/2 | 749 | Σ=120" | 69 | | 351 |
| | δ**=17'.06" | | δ**=6'.32" | | δ**=1'.44" | | | |

* Somme dei prodotti delle singole distanze angolari per i rispettivi numeri degli angoli osservati.

** Medie delle distanze angolari, ottenute dalla somma anzidetta (Σ) divisa per il numero totale degli angoli osservati.

*Medie delle differenze negative e positive fra i valori calcolati e i singoli valori osservati di peso 1.*

| Angoli | — | | | + | | | ± | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | —d | d×n | n | +d | n×d | n | ±d | n×d |
| I. | 60 | 2′.08″ | 128′.00″ | 53 | 2′.08″ | 113′.19″ | 113 | 2′.08″ | 241′.19 |
| II. | 52 | 2.03 | 106.28 | 63 | 2.14 | 140.21 | 115 | 2.09 | 246.49 |
| III. | 43 | 2.26 | 104.59 | 64 | 2.04 | 132.28 | 107 | 2.13 | 237.27 |
| IV. | 43 | 2.23 | 102.12 | 56 | 1.39 | 92.36 | 99 | 1.58 | 194.48 |
| V. | 18 | 2.38 | 47.30 | 20 | 1.50 | 36.30 | 38 | 2.13 | 84.00 |
| VII. | 14 | 1.16 | 17.44 | 16 | 2.07 | 33.44 | 30 | 1.43 | 51.28 |
| VIII. | 11 | 3.14 | 35.37 | 19 | 3.37 | 68.37 | 30 | 3.28 | 104.14 |
| IX. | 14 | 2.52 | 40.04 | 23 | 2.58 | 68.17 | 37 | 2.56 | 108.21 |
| X. | 11 | 3.51 | 42.19 | 23 | 2.52 | 65.53 | 34 | 3.11 | 108.12 |
| XI. | 16 | 4.56 | 79.02 | 21 | 2.17 | 47.48 | 37 | 3.26 | 126.50 |
| XII. | 1 | 1.38 | 1.38 | 3 | 1.42 | 5.06 | 4 | 1.41 | 6.44 |
| XIII. | 5 | 1.33 | 7.45 | 5 | 1.45 | 8.45 | 10 | 1.39 | 16.30 |
| XIV. | 1 | 1.41 | 1.41 | 2 | 1.04 | 2.08 | 3 | 1.16 | 3.49 |
| XV. | 4 | 1.28 | 5.50 | 2 | 2.10 | 4.20 | 6 | 1.42 | 10.10 |
| XVI. | 10 | 1.35 | 15.50 | 1 | 0.55 | 0.55 | 11 | 1.31 | 16.45 |
| XVII. | 2 | 5.04 | 10.08 | 1 | 1.11 | 1.11 | 3 | 3.46 | 11.19 |
| XIX. | 2 | 1.12 | 2.24 | 1 | 0.03 | 0.03 | 3 | 0.49 | 2.27 |
| XX. | 11 | 2.47 | 30.38 | 16 | 3.45 | 60.02 | 27 | 3.21 | 90.40 |
| XXIII. | 3 | 1.10 | 3.30 | 1 | 1.30 | 1.30 | 4 | 1.15 | 5.00 |
| XXIV. | 1 | 2.56 | 2.56 | 5 | 1.58 | 9.50 | 6 | 2.08 | 12.46 |
| | 322 | 2′.27″* | 786′.15″ | 395 | 2′.16″* | 893′.23″ | 717 | 2′.21″* | 1679′.38 |

Da questo quadro si deduce quindi che *l'Osservazione di peso 1 relativa a 717 misurazioni, differisce dalla teoria in media di **2′.21″*** facendo astrazione del segno positivo e negativo propri ai dati osservati.

Passiamo ora a riassumere gli analoghi risultati per l'osservazione di peso 2.

---

*** Risultanti rispettivamente dalla somma dei prodotti n × d, divisa per i numeri totali delle osservazioni.**

*Medie delle differenze negative e positive fra i valori calcolati e i singoli valori osservati di peso 2.*

| | — | | | + | | | ± | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Angoli | n | d | n×d | n | d | n×d | n | d | n×d |
| I. | 25 | 0'.35" | 14'.25" | 23 | 0'.56" | 21'.19" | 48 | 0'.45" | 35'.44" |
| II. | 58 | 0.57 | 55.14 | 81 | 0.46 | 61.27 | 139 | 0.50 | 116.41 |
| III. | 43 | 1.09 | 49.29 | 55 | 0.52 | 47.25 | 98 | 0.59 | 96.54 |
| IV. | 37 | 0.48 | 29.18 | 41 | 1.10 | 47.36 | 78 | 0.59 | 76.54 |
| V. | 11 | 1.16 | 14.00 | 18 | 0.57 | 17.00 | 29 | 1.04 | 31.00 |
| VI. | 10 | 0.29 | 4.50 | 6 | 0.31 | 3.06 | 16 | 0.30 | 7.56 |
| VII. | 10 | 1.19 | 13.10 | 10 | 1.08 | 11.20 | 20 | 1.13 | 24.30 |
| VIII. | 18 | 1.02 | 18.36 | 11 | 1.24 | 15.23 | 29 | 1.10 | 33.59 |
| IX. | 14 | 0.58 | 13.34 | 13 | 1.01 | 13.07 | 27 | 0.59 | 26.41 |
| X. | 14 | 1.48 | 25.16 | 26 | 1.17 | 33.26 | 40 | 1.28 | 58.42 |
| XI. | 19 | 0.49 | 15.38 | 21 | 1.34 | 32.48 | 40 | 1.13 | 48.26 |
| XII. | 20 | 0.29 | 9.40 | 9 | 0.32 | 4.48 | 29 | 0.30 | 14.28 |
| XIII. | 14 | 0.30 | 7.06 | 4 | 0,28,5 | 1.54 | 18 | 0.30 | 9.00 |
| XIV. | 6 | 0.41 | 4.06 | 11 | 0.38 | 6.59 | 17 | 0.39 | 11.05 |
| XV. | 11 | 0.36 | 6.40 | 5 | 0.28 | 2.20 | 16 | 0.34 | 9.00 |
| XVI. | 10 | 0.29 | 4.50 | 7 | 0.51 | 5.55 | 17 | 0.38 | 10.45 |
| XVII. | 8 | 0.30 | 4.02 | 9 | 0.31 | 4.39 | 17 | 0.31 | 8.41 |
| XVIII. | 9 | 0.45 | 6.48 | 2 | 1.13 | 2.26 | 11 | 0.50 | 9.14 |
| XIX. | 3 | 0.47 | 2.21 | 2 | 0.03 | 0.06 | 5 | 0.29 | 2.27 |
| XX. | 1 | 1.58 | 1.58 | 10 | 0.56 | 9.20 | 11 | 1.02 | 11.18 |
| XXI. | 4 | 0,21,5 | 1.26 | 15 | 0.52 | 13.00 | 19 | 0.46 | 14.26 |
| XXII. | 10 | 0.20 | 3.20 | 7 | 0.49 | 5.43 | 17 | 0.32 | 9.03 |
| XXIII. | 4 | 0.00 | 0.00 | 1 | 0.30 | 0.30 | 5 | 0.06 | 0.30 |
| XXIV. | 3 | 1.11 | 3.33 | — | — | — | 3 | 1.11 | 3.33 |
| | 362 | 0'.51"* | 309'.20" | 387 | 0'.56"* | 361'.37" | 749 | 0'.54"* | 670'.57" |

Come si scorge, dagli ultimi numeri, è degno di nota che le medie generali delle differenze negative e positive sono pressochè eguali. Se facciamo poi astrazione del segno, rilevasi che l'*Osservazione di peso 2, relativa a ben 749 misure, differisce in media dalla teoria di appena* **0'.54"**. *Risultato veramente assai soddisfacente.*

* Risultanti rispettivamente da: $\frac{309'.20''}{362} = 0'.51''$; $\frac{361'.37''}{387} = 0'.56''$; $\frac{670'.57''}{749} = 0'.54''$.

*Medie delle differenze negative e positive fra i valori calcolati e i singoli valori osservati di Peso 3.*

| | — | | | + | | | ± | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Angoli | n | —d | d×n | n | +d | n×d | n | ±d | d×n |
| I. | 1 | 0'.37" | 0'.37" | 2 | 0'.23" | 0'.46" | 3 | 0'.28" | 1'.23" |
| II. | 1 | 1.53 | 1.53 | 8 | 0.52 | 6.56 | 9 | 0.59 | 8.49 |
| III. | 4 | 1.38 | 6.32 | 3 | 0.37 | 1.51 | 7 | 1.12 | 8.23 |
| IV. | — | — | — | 2 | 0.41 | 1.22 | 2 | 0.41 | 1.22 |
| VI. | 2 | 0.29 | 0.58 | 4 | 0.16 | 1.04 | 6 | 0.20 | 2.02 |
| IX. | 1 | 0.11 | 0.11 | 1 | 0.49 | 0.49 | 2 | 0.30 | 1.00 |
| X. | — | — | — | 4 | 0.16 | 1.04 | 4 | 0.16 | 1.04 |
| XI. | 2 | 0.02 | 0.04 | 2 | 0.28 | 0.56 | 4 | 0.15 | 1.00 |
| XII. | 2 | 0.23 | 0.46 | 2 | 0.37 | 1.14 | 4 | 0.30 | 2.00 |
| XV. | 2 | 0.35 | 1.10 | 3 | 0.10 | 0.30 | 5 | 0.20 | 1.40 |
| XVI. | 2 | 0.35 | 1.10 | — | — | — | 2 | 0.35 | 1.10 |
| XVII. | 2 | 0.34 | 1.08 | 1 | 0.41 | 0.41 | 3 | 0.36 | 1.49 |
| XVIII. | 1 | 0.02 | 0.02 | — | — | — | 1 | 0.02 | 0.02 |
| XIX. | — | — | — | 2 | 0.18 | 0.36 | 2 | 0.18 | 0.36 |
| XXIII. | 6 | 0.35 | 3.30 | 4 | 0.15 | 1.00 | 10 | 0.27 | 4.30 |
| | 26 | 0'.42"* | 18'.01" | 38 | 0'.30" | 18'.49" | 64 | 0'.35" | 36'.50" |

*L'osservazione di peso 3, rispetto a 64 misure, differisce in media dalla teoria appena di 0'.35", risultato più che soddisfacente.*

Diamo in fine le medie delle differenze negative e positive fra i valori calcolati e i singoli valori osservati con approssimazione.

| | — | | | + | | | ± | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Angoli | n | d | n×d | n | d | n×d | n | d | n×d |
| I. | 37 | 9'.54" | 366'.19" | 42 | 11'.14" | 472'.06" | 79 | 10'.36" | 838'.25" |
| II. | 24 | 11.32 | 276.42 | 31 | 11.22 | 352.37 | 55 | 11.27 | 629.19 |
| III. | 28 | 14.38 | 409.44 | 40 | 8.52 | 354.40 | 68 | 11.14 | 764.24 |
| IV. | 32 | 10.18 | 329.48 | 25 | 10.55 | 273.00 | 57 | 10.35 | 602.48 |
| V. | 15 | 7.00 | 105.00 | 18 | 12.52 | 231.30 | 33 | 10.12 | 336.30 |
| VII. | 13 | 9.00 | 116.58 | 6 | 6.29 | 38.54 | 19 | 8.12 | 155.52 |
| VIII. | 4 | 5.09 | 20.38 | 10 | 19.25 | 194.10 | 14 | 15.21 | 214.48 |
| IX. | 4 | 5.49 | 23.14 | 12 | 13.42 | 164.18 | 16 | 11.43 | 187.32 |
| XI. | 8 | 9.28 | 75.46 | 6 | 11.13 | 67.18 | 14 | 10.13 | 143.04 |
| XXIV. | 3 | 16.56 | 50.48 | 3 | 3.24 | 10.12 | 6 | 10.10 | 61.00 |
| | 168 | 10'.34" | 1774'.57" | 193 | 11'.11" | 2158'.45" | 361 | 10'.54" | 3933'.42" |

* Vedi nota pag. precedente.

*Differenze fra i valori calcolati e i valori estremi osservati.*

| | Di peso 1 | | Di peso 2 | | Di peso 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Angoli | Diff. positive | Diff. negat. | Diff. posit. | Diff. negat. | Diff. posit. | Diff. negat. |
| I. | 6'.53" | 9'.37" | 4'.23" | 1'.37" | 0'.23" | 0'.37" |
| II. | 18.07 | 7.53 | 4.37 | 4.23 | 2.37 | 1.53 |
| III. | 5.37 | 7.53 | 4.37 | 3.23 | 0.37 | 2.53 |
| | | | | | 1.06 | |
| IV. | 4.06 | 7.54 | 3.36 | 1.54 | 0.36 | |
| V. | 5.00 | 8.30 | 3.00 | 2.30 | 2.00 | |
| VI. | — | — | 1.16 | 1.14 | 0.16 | 0.44 |
| VII. | 6.14 | 5.16 | 2.14 | 4.46 | | |
| VIII. | 12.13 | 8.17 | 3.43 | 4.17 | 0.13 | 0.17 |
| IX. | 10.49 | 13.41 | 2.19 | 3.11 | 0.49 | 0.11 |
| X. | 9.31 | 7.59 | 4.31 | 6.59 | 0.31 | |
| | | | | | 0.01 | |
| XI. | 4.58 | 19.32 | 6.28 | 3.32 | 0.28 | 0.02 |
| XII. | 3.22 | 1.38 | 0.52 | 1.38 | 0.58 | 0.32 |
| XIII. | 5.21 | 3.09 | 0.51 | 1.09 | — | — |
| XIV. | 1.19 | 1.41 | 1.49 | 2.11 | — | — |
| XV. | 2.40 | 1.50 | 0.40 | 1.20 | 0.10 | 0.50 |
| XVI. | 0.55 | 8.05 | 1.25 | 1.35 | | 0.35 |
| | | | | | | 0.35 |
| XVII. | 1.11 | 7.49 | 1.11 | 1.19 | 0.41 | 0.49 |
| XVIII. | | 1.32 | 1.28 | 1.32 | | 0.02 |
| XIX. | 0.03 | 1.57 | 0.03 | 0.57 | 0.33 | |
| | | | | | 0.03 | |
| XX. | 15.02 | 6.58 | 2.32 | 1.58 | | |
| XXI. | 0.46 | 3.44 | 4.46 | 0.44 | | |
| XXII. | — | — | 2.19 | 1.11 | | |
| XXIII. | 1.30 | 2.00 | 0.30 | — | 0.30 | 1.00 |
| | | | | 1.26 | | |
| XXIV. | 3.34 | 2.56 | | 0.56 | — | — |
| | Σ+d=119'.11" | Σ-d=139'.51" | Σ+d=59'.10" | Σ-d=55'.42" | Σ+d=12'.32" | Σ-d=11'.00" |
| Diff.m.e | +d=5'.41" | -d=6'.21" | +d=2'.34" | -d=2'.14" | +d=0'.42" | -d=0'.44" |
| | Σ±d=259'.02" | | Σ±d=114'.52" | | Σ±d=23'.32" | |
| | ±d=6'.01" | | ±d=2'.24" | | ±d=0'.43" | |

## Confronto fra le Medie degli Angoli Osservati e i Valori Calcolati

| ANGOLI | CALCOLATI | Medie degli Angoli Osservati Di Peso 1 | 2 | 3 | Appross. | MEDIE Generali * | Differenze fra Calcolo e Medie Osser. Di Peso 1 | 2 | 3 | Appr. | Medie gener. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 111 : 100 : 22$\bar{1}$ | 54°.46′.37″ | 54°.46′.29″ | 54°.46′.46″ | 54°.46′.40″ | 54°.47′.57″ | 54°46′.37″* | -8″ | 9″ | 3″ | 1′.20′ | — |
| 111 : 11.$\bar{1}$.1 : 77$\bar{5}$ | 62 .05.53 | 62 .06.11 | 62 .05.56 | 62 .06.27 | 62 .07.14 | 62 .06.02 | 18″ | 3″ | 34″ | 1′.21″ | 9″ |
| 111 : 5$\bar{1}\bar{1}$ : 11$\bar{1}$ | 70 .33.23 | 70 .33.38 | 70 .33.22 | 70 .32.43 | 70 .32.34 | 70 .33.25 | 15″ | -1′ | -40″ | -0′.49″ | 2″ |
| 111 : 3$\bar{1}\bar{1}$ : 55$\bar{7}$ | 79 .59.24 | 79 .59.18 | 79 .59.38 | 80 .00.15 | 79 .58.45 | 79 .59.31 | -6″ | 14″ | 51″ | -0′.39″ | 7″ |
| 111 : 2$\bar{1}\bar{1}$ | 90 .00.00 | 89 .59.43 | 90 .00.06 | 90 .00.50 | 90 .03.50 | 90 .00.01 | -17″ | 6″ | 50″ | 3′.50″ | 1″ |
| 3$\bar{1}$1 : 55$\bar{7}$ | 58 .59.44 | | 58 .59.38 | 58 .59.45 | | 58 .59.41 | | -6″ | 1″ | | -3″ |
| 111 : 11.$\bar{4}$.$\bar{4}$ | 81 .57.46 | 81 .58.18 | 81 .57.42 | | 81 .53.39 | 81 .57.57 | 32″ | -4″ | | -4′.7″ | 11′ |
| 111 : 77$\bar{8}$ | 74 .13.47 | 74 .14.53 | 74 .13.40 | 74 .13.50 | 74 .30.28 | 7$\bar{4}$ .14.04 | 1′.06″ | -7″ | 3″ | 16′.41′ | 17″ |
| 111 : 11.11.$\bar{1}\bar{9}$ | 85 .57.41 | 85 .58.27 | 85 .57.40 | 85 .58.00 | 86 .05.52 | 85 .57.59 | 46″ | -1″ | 19′ | 8′.11″ | 18″ |
| 111 : 14.$\bar{1}$.1 | 60 .32.29 | 60 .33.10 | 60 .32.41 | 60 .32.45 | | 60 .32.49 | 41″ | 12″ | 16″ | | 20″ |
| 111 : 17.17.$\bar{1}\bar{3}$ : 9$\bar{1}\bar{1}$ | 63 .42.02 | 63 .41.11 | 63 .42.28 | 63 .42.15 | 63 .41.26 | 63 .42.05 | -51″ | 26″ | 13″ | -0′.36′ | 3″ |
| 11$\bar{2}$ : 3$\bar{1}$1<br>2$\bar{1}\bar{1}$ : 55$\bar{7}$ | 60 .30.08 | 60 .31.00 | 60 .29.58 | 60 .30.15 | | 60 .30.04 | 52″ | -10″ | 7′ | | -4′ |
| 11$\bar{2}$ : 5$\bar{1}\bar{1}$<br>2$\bar{1}\bar{1}$ : 11$\bar{1}$ | 61 .52.09 | 61 .52.15 | 61 .51.52 | | | 61 .51.57 | 6″ | -17″ | | | -12″ |
| 5$\bar{1}\bar{1}$ : 11$\bar{1}$ | 56 .15.41 | 56 .15.50 | 56 .15.51 | | | 56 .15.51 | 9″ | 10″ | | | 10″ |
| 3$\bar{1}\bar{1}$ : 11$\bar{1}$<br>557 : 5$\bar{1}\bar{1}$ | 58 .31.20 | 58 .31.05 | 58 .31.04 | 58 .31.12 | | 58 .31.06 | -15″ | -16″ | -8″ | | -14″ |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2\bar{1}\bar{1}:77\bar{5}$ <br> $11\bar{2}:11.\bar{1}.\bar{1}$ | 63 .46.35 | 63 .45.14 | 63 .46.39 | 63 .46.00 | | 63 .46.16 | -1′.21″ | 4″ | -35″ | | -19″ |
| $11.\bar{1}.\bar{1}:77\bar{5}$ | 52 .26.49 | 52 .23.50 | 52 .26.51 | 52 .26.40 | | 52 .26.37 | -2′.59″ | 2″ | -9″ | | -12″ |
| $11\bar{2}:100$ <br> $2\bar{1}\bar{1}:22\bar{1}$ | 65 .53.32 | 65 .52.00 | 65 .53.08 | 65 .53.30 | | 65 .53.08 | -1′.32″ | -24″ | -2″ | | -24″ |
| $100:22\bar{1}$ | 48 .12.57 | 48 .12.10 | 48 .12.30 | 48 .13.15 | | 48 .12.41 | -47″ | -27″ | 18″ | | -16″ |
| $111:31.1.1$ <br> $:77\bar{3}$ | 52 .09.58 | 52 .11.03 | 52 .10.38 | | | 52 .10.52 | 1′.05″ | 40″ | | | 54″ |
| $11.\bar{1}.\bar{1}:11\bar{1}$ <br> $77\bar{5}:5\bar{1}\bar{1}$ | 55 .04.44 | 55 .03.15 | 55 .05.21 | | | 55 .05.15 | -1′.29″ | 37″ | | | 31″ |
| $11.\bar{1}.\bar{1}:55\bar{7}$ <br> $77\bar{5}:3\bar{1}\bar{1}$ | 58 .54.11 | | 58 .54.19 | | | 58 .54.19 | | 8″ | | | 8″ |
| $2\bar{1}\bar{1}:11\bar{2}$ | 60 .00.00 | 59 .59.30 | 60 .00.06 | 59 .59.45 | | 59 .59.48 | -30″ | 6″ | -15″ | | -12″ |
| $111:25.1.1$ <br> $:17.17.7$ | 51 .32.26 | 51 .33.35 | 51 .31.15 | | 51 .25.40 | 51 .32.25 | 1′.09″ | -1′.11″ | | -6′.46″ | -1″ |

Somma delle differenze fra Osserv. e Calcolo Σ=17′.04″; 6′.01″; 5′.24″; 44′.20″; 5′.08″
Medie delle differenze fra Osserv. e Calcolo D= 0′.47; 0′.15′; 0′.19″; 4′.26″; 0′.13″;

*La differenza media fra l'Osservazione* (*medie generali*) *e il calcolo è di 0′.13″*. **Non era da aspettarsi miglior accordo fra Esperienza e Teoria.**

*Genova, Ottobre 1902,*

---

* Calcolate dai valori osservati di peso 1, 2, 3; esclusi quindi i valori approssimati.

R. PANEBIANCO

# Ancora sui cristalli di Giallume

Nei N. 6-7 Anno LXV del *Giornale della R. Accademia di Medicina di Torino,* in una Comunicazione preventiva fatta dal *prof. E. Perroncito* si legge quanto segue:

« ..... Si osservavano inoltre (nelle feci di un forna-
« ciaio di anni 50 circa), piuttosto numerosi, dei microspo-
« ridi poliedrici identici a quelli causa del giallume dei
« bachi (microsporidium polyedricum, Bolle) vale a dire dei
« corpuscoli poliedrici a faccette esagonali del diametro per
« lo più di 3-4-5 $\mu$, che nel baco da seta si trovano numero-
« sissimi a produrre il così detto giallume. Ed a proposito
« di questi stessi elementi nel baco da seta debbo notare
« come essi si trovino talvolta, sebbene in scarso numero,
« nei bachi che non presentano nessun sintomo del gial-
« lume.

« Questo fatto comproverebbe come i microsporidi po-
« liedrici siano degli elementi parassitari analoghi ai cor-
« puscoli oscillanti del Cornalia. »

In questa Rivista [1] a pag. 81-91 del Vol. XIV (1894), io ho pubblicato un diffuso lavoro sui cristalli di Giallume. Dopo quasi 10 anni la notizia di tale lavoro non è giunta al prof. Perroncito! Dei cristalli dopo 10 anni o meglio — se si tien conto che il Verson nella Sericoltura Austriaca fin dal 1873 aveva riconosciuta la natura cristallina del Giallume — dopo un quarto di secolo, che sono noti, possono essere scambiati con dei microsporidi!

*Padova 1903.*

---

[1] Vedi anche Bollettino Mensile di Bachicoltura (Febbraio 1895). Padova.

Federico Millosevich

## Di una rimarchevole combinazione osservata nei cristalli di celestina della solfara Cà Bernardi presso Bellisio.

La solfara di Cà Bernardi presso Bellisio (Marche) è rinomata per la bellezza dei minerali cristallizzati che vi si rinvengono. Sono noti per la descrizione fattane dal Bombicci [1] i veramente mirabili cristalli di *solfo,* ma non rimangono di molto inferiori ad essi i gruppi di cristalli di *gesso* assai notevoli per la loro grandezza e limpidezza ed alcuni saggi della bella *celestina,* che ivi si trova. Ho avuto occasione di esaminare molti campioni di quest'ultimo minerale, ed avendo osservato, oltre a quelle già note, una combinazione nuova ed abbastanza curiosa, credo non inutile darne qui una breve descrizione.

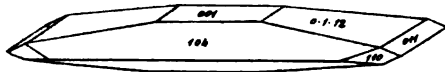
La celestina di Cà Bernardi, oltre ai soliti gruppi di cristalli impiantati nella roccia solfifera, forma talora delle lamine abbastanza grandi di un centimetro o poco più di spessore che constano di un aggregato di cristalli ugualmente ben sviluppati in ambedue le superficie della lamina. Taluni dei più splendidi cristalli di zolfo si trovano appunto sopra di tali lamine. I cristalli di Cà Bernardi non sono ricchi di forme; presentano infatti soltanto le seguenti:

$\{001\}$ $0P$.
$\{110\}$ $\infty P$.
$\{102\}$ $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$. $\{104\}$ $\frac{1}{4}\bar{P}\infty$.
$\{011\}$ $\breve{P}\infty$. $\{0.1.12\}$ $\frac{1}{12}\breve{P}\infty$.
$\{111\}$ $P$.

[1] Bombicci L. Le interessanti anomalie dei mirabili cristalli del zolfo nativo della miniera di Cà Bernardi. Bologna, 1898.

I cristalli più grandi (circa 2 cm. di lunghezza secondo l'asse x) presentano la comune combinazione {001} {110} {102} {104} {110} {011} {111}. Essi sono tabulari, avendo la base {001} molto estesa, ed allungati secondo l'asse x. Dei macrodomi, quello di simbolo {104} si presenta con facce sviluppate, mentre l'altro {102} ha faccette piuttosto sottili. Mediocre sviluppo hanno le facce del prisma {110} e piccolissime faccette presenta la piramide {111}.

I cristalli più piccoli (circa 5 mm. di lunghezza secondo l'asse x), che si trovano, come si è detto, in aggregati laminari, sono anche essi tabulari secondo {001} e non differiscono dalla combinazione precedente che per l'assenza delle forme {102} e {111}.

Oltre a queste, che sono le combinazioni più comuni in questa e in molte altre località, se ne osserva in taluni campioni un' altra, che credo nuova. Essa è costituita dalle forme {001} {110} {104} {011} {0.1.12} e si presenta in gruppi di cristalli di dimensioni assai variabili (da una lunghezza secondo il maggior asse di 5 cm. a quella di pochi mm.) dall'aspetto di sottili cunei rettangolari ad orli assai taglienti (vedi fig.). Tale aspetto è conferito al cristallo dall'assoluto predominio delle forme {104} e {0.1.12} tutte le altre rimanendo molto subordinate. I cristalli sono molto allungati secondo il macroasse, meno secondo il brachiasse e

addirittura schiacciati secondo l'asse verticale. Le facce molto sviluppate e predominanti del macrodoma {104} e del brachidoma {0.1.12} non sono perfettamente piane e si presentano un po' striate, specialmente quelle di {104}: la base ha poco sviluppo ed ugualmente presenta facce poco perfette, invece il brachidoma {011} e il prisma {110} si presentano sugli orli del cristallo con faccettine piccolissime, ma assai lucenti e perfette. Per quanto le facce di {0.1.12} non dieno ottimi riflessi, pure permisero, specialmente nei cri-

stalli di piccole dimensioni, una serie di discrete misure per constatarne l'identità. L'angolo (0.1.12) : (0.1̄.12) risulta, dalla media di 5 misure abbastanza concordanti, di 12° 14' mentre il suo valore teorico è di 12° 11'.

Questa forma fu citata da Philipps (1) ed in seguito nella monografia dell'Auerbach (2) come facente parte con piccole faccette di una combinazione piuttosto complessa proveniente da Herrengrund in Ungheria: ma questo di Cà Bernardi è il primo caso, a quanto io sappia, in cui essa si presenti come forma predominante in una combinazione molto semplice.

Uno dei campioni, che mostrano tale combinazione, si trova nel Museo Mineralogico della R. Università di Roma, al quale fu da me donato.

E. Billows

## Ulteriori schiarimenti sulle proprietà ottiche delle sostanze Acenaftene $C_{10} H_6 (H_2C. CH_2)$ e Acenaftilene $C_{10} H_6 (HC. CH)$, e sul calcolo degli angoli assiali di una nuova sostanza organica analoga all' Ipnal.

Avendo l'illustre prof. *Groth* (3) richiamato la mia attenzione sui valori bassi degli indici di rifrazione delle due sostanze di peso molecolare elevato (4), io rifeci le mie determinazioni, che riscontrai essere corrispondenti a quelle

(1) Elementary Introduction to Mineralogy: 1837 (193).
(2) Ber. k. k. Ak. Wien. 59. 1869 (549).
(3) *Zeitschrift für Kryst. u. Min.* XXXVII, 397.
(4) « Su un rimarchevole isomorfismo morfologico e fisico delle sostanze *Acenaftene* e *Acenaftilene* » dell'A. - *Riv. di Min. e Crist. it.* XXVI, 5.

già fatte, soltanto il segno ottico deve essere corretto da negativo a ***positivo,*** e la $Bx_a$ è l'asse cristallografico ***b.***

Il prisma rifrangente formato da 110 e $\bar{1}10$ ha l'angolo rifrangente $A = 61°.12'$ (*).

Per il valore della deviazione minima per la luce di Na del raggio a vibrazioni nel piano perpendicolare allo spigolo rifrangente ottengo

$$\delta_1 = 49°.55' \ (*), \quad \text{per cui} \quad \gamma = 1{,}6201.$$

Per il valore della deviazione minima per la medesima luce del raggio a vibrazioni nel piano parallelo allo spigolo rifrangente ottengo

$$\delta_2 = 30°.14' \ (*), \quad \text{per cui} \quad \alpha = 1{,}4065.$$

Dai valori $2\ E_a = 115°.40'$, $\alpha$ e $\gamma$ ricavo per il terzo indice il valore $\beta = 1{,}4678$

Da $2\ E_a$ e $\beta$ ricavo $2\ V_a = 70°.26'$.

Similmente per l'acenaftilene ottengo:

Segno ottico ***positivo;*** $Bx_a$ è l'asse *b.*

Dal prisma rifrangente formato da 110 e $\bar{1}10$ determinai corrispondentemente all'acenaftene:

$$\delta_1 = 49°.30' \ (*)$$
$$\delta_2 = 29°.47' \ (*) \qquad A = 61°.7' \ (*)$$

da cui ottengo corrispondentemente

$$\gamma = 1.6172; \qquad \alpha = 1.4017$$

e quindi, poichè $2\ E_a = 114°.46'$,

$$\beta = 1.4634; \qquad 2\ V_a = 70°.16'.$$

In quanto all'angolo di 46°.37', creduto dal prof. ***Groth*** errore di stampa nella sostanza organica analoga all'Ipnal [1], da me cristallograficamente studiata, secondo la revisione da me fatta dei miei calcoli, sarebbe invece esatto.

---

(*) Questi dati di fatto li omisi nella mia pubblicazione.

[1] *Zeitschrift für Min. und Kryst.* XXXVII, 400, recensione del mio lavoro « Sulla forma cristallina e le proprietà ottiche d'una nuova sostanza organica analoga all'Ipnal » pubblicato nella *Riv. di Min. e Crist. it.* XXVI, 91.

R. Panebianco

# Il misoneismo in Cristallografia

Il Fletcher, son più di 10 anni, ha pubblicato un libro [1] il cui scopo didattico (educational) è di grandissimo valore.

Egli abbatte la teoria della doppia rifrazione di Fresnel col suo conseguente ellisoide d'elasticità ottica, e fa ciò in modo semplice e piano.

Tale teoria è ben vero, era già da tempo stata abbattuta dai matematici, ma è altresì vero che essa teneva trionfalmente il campo nell'ottica cristallografica fino a che il Fletcher non pubblicava il suo pregevole lavoro succitato.

Che nelle scuole francesi la teoria di Fresnel sia ancora insegnata, e non compresa dagli studenti, è cosa che si spiega e che si deplora vivamente; ma che il misoneismo faccia comparire in un moderno trattato inglese di Mineralogia, l'ellisoide di Fresnel, è cosa che non si spiega altro che col vecchio adagio:

nemo propheta in patria!

Nel trattato di Mineralogia del Miers insieme all'indicatrice del Fletcher, trova posto l'ellisoide rompicapo di Fresnel!

Quanto meglio l'A. non avrebbe giovato allo scopo didattico (educational) se avesse lasciato da banda l'ellisoide di Fresnel e se avesse invece dato agli studiosi almeno un cenno delle due immortali scoperte: la Superficie d'Onda di Huygens e quella di Fresnel.

*Padova, Maggio 1903.*

---

(1) The optical indicatrix and the trasmission of light in crystals, by L. Fletcher, M. A., F. R. S. London 1892.

# INDICE DEL VOL. XXIX

Subscr.

# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA ITALIANA

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

VOL. XXX

PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1904

# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA ITALIANA

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

---

VOL. XXX

PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1903

Dott. Luigi Colomba

# Cloromelanite e pirosseni cloromelanitoidi

Il nome di *cloromelanite* venne, come è noto, stabilito e mantenuto da Damour [1] per indicare quei pirosseni giadeitoidi o giadeiti in senso esteso, che apparivano ricchi in sesquiossido di ferro, risultandone per essi come caratteristica una tinta verde o verde bruna; ciò risulta evidentemente dalle sue testuali parole: *Je considère la cloromélanite comme n'étant qu'une simple variété de la jadéite dans la quelle l'oxyde de fer remplaçant une partie de l'alumine, peut contribuer a donner la coloration (verte trés-foncée) ci-dessus indiquée.*

In seguito, sebbene da alcuni autori sia stato inesattamente interpretato il concetto di Damour includendo nel gruppo della cloromelanite, solo perchè tinti intensamente in verde, anche dei pirosseni che non presentavano traccia di sesquiossido di ferro, come appunto avvenne per il pirosseno di Gerlafingen, analizzato da Fellemberg [2], tuttavia nessuno mai mise in dubbio che nella cloromelanite e nelle sostanze ad essa riferibili come varietà, la massa fondamentale non fosse essenzialmente costituita da un pirosseno monoclino colorato in verde.

A conclusioni molto differenti giunge invece Bodmer-Beder [3] in un suo recente lavoro sui materiali litici della stazione lacustre di Biel in Svizzera; invero egli fondandosi sulle sue ricerche estese anche ad altre cloromelaniti e su

---

(1) Damour: Comp. Rend. (1865) LXI p. 360; Bull. de la Soc. Franç. de Miner. (1881) IV p. 157; (1893) p. 57.

(2) Fischer: Nephrit und Iadeit (1875) p. 381; Dana: System of Mineralogy (1892) p. 370.

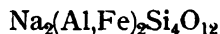
(3) Bodmer-Beder: Neues Iahrb. für Miner. ecc. (1902) XVI Beil. Bd. p. 166.

confronti chimici, si esprime a proposito della cloromelanite colle seguenti parole: *Unter diesem Sammelnamen werden verschiedene dichte bis feinkörnige, dunkelgrünen, wesentlich Jadeit und Amphibole führende eigentliche Chloromelanite, chloromelanitische Pyroxenite, Pyroxengneisse und jadeitführende Amphibolgneisse bezeichnet.*

E per quanto riguarda la composizione mineralogica e chimica delle vere cloromelaniti afferma che *der Chloromenit eigentlich einen mit einer blaugrünen Hornblende durchsetsen Jadeit, nicht, wie gewöhnlich angenommen wird, dunkelgrünen Jadeit darstellt;* e dà come loro composizione centesimale approssimativa la seguente: $SiO_2 = 55\ \%$; $Al_2O_3 = 14\ \%$; $Fe_2O_3 = 10\ \%$; $CaO = 5\ \%$; $MgO = 3\ \%$; $Na_2O = 11\ \%$.

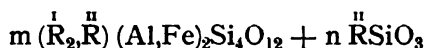
Ora io credo che queste conclusioni dalle quali emergerebbe naturalmente la necessità di abolire in mineralogia i nomi di cloromelanite e di pirosseni cloromelanitoidi, poichè verrebbe per essi annullata ogni analogia di costituzione mineralogica e chimica, non raggiungano realmente lo scopo prefissosi dall'autore e non facciano in ultima analisi che aumentare le incertezze che già si hanno sul conto della cloromelanite e dei pirosseni cloromelanitoidi.

Invero quando si vuol discutere il valore di un nome specifico occorre anzitutto di non alterarne il suo significato in nessun modo: ora, limitando per il momento la discussione alle vere cloromelaniti quali sono ammesse da Bodmer-Beder, ciò non risulta, poichè apparisce ingiustificato ed arbitrario il criterio che lo spinse ad assumere come composizione centesimale approssimativa della vera cloromelanite quella sopra indicata piuttosto che un' altra.

Dalle surriferite parole di Damour risulta evidentemente che la cloromelanite tipica, dovendosi ricavare direttamente dalla giadeite tipica per semplice sostituzione parziale dell' allumina mediante il sesquiossido di ferro, deve necessariamente presentare la seguente formola

$$Na_2(Al,Fe)_2Si_4O_{12}$$

intermedia fra quella della giadeite $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ e quella della acmite $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$.

Per il che la composizione ammessa da Bodmer-Beder non può considerarsi altrimenti che come quella di uno dei tanti pirosseni cloromelanitoidi, cioè di quei pirosseni che si possono ricavare dalla cloromelanite tipica supponendo che in essa parte della soda venga sostituita da basi del tipo $\overset{II}{R}O$, in cui $\overset{II}{R} = Ca, Mg, Fe, Mn$, le quali oltre ad entrare, quando la soda è molto scarsa, nei metasilicati alluminico e ferrico possono pure costituire dei metasilicati semplici che nei detti pirosseni appariscono associati a quelli doppi, avendosi per essi la seguente formola generale

$$m\,(\overset{I}{R}_2,\overset{II}{R})\,(Al,Fe)_2Si_4O_{12} + n\,\overset{II}{R}SiO_3$$

nello stesso modo in cui i pirosseni giadeitoidi che si ricavano dalla giadeite tipica, introducendo le stesse variazioni nella sua composizione, possono rappresentarsi colla analoga formola:

$$m\,(\overset{I}{R}_2,\overset{II}{R})Al_2Si_4O_{12} + n\,\overset{II}{R}SiO_3$$

D'altra parte è interessante di notare come Bodmer-Beder, dopo aver dato la sopraindicata composizione centesimale approssimativa per le cloromelaniti tipiche, includa in esse anche il pirosseno di Gerlafingen il quale non contiene sesquiossido di ferro.

È bensì vero che l'autore giunge a questo risultato mediante un confronto chimico fra il pirosseno di Mörigen da lui esaminato e quello di Gerlafingen aggiungendovi pure la cloromelanite di Ouchy analizzata da Damour (1), ma è facile vedere come siano molto dubbie le analogie ammesse da Bodmer-Beder perchè esse sono fondate su due fatti chimicamente inesatti.

Infatti Bodmer-Beder considera come realmente esistente un' analogia chimica fra due campioni di cloromelanite quando dalle loro analisi chimiche risulta che, essendo pressochè uguali le quantità di silice, le proporzioni centesimali

(1) Damour: Bull. de la Soc. Franç. de Miner. (1881) IV p. 157; Analisi (M).

degli altri componenti siano tali che formando in ognuno dei campioni due gruppi l'uno costituito dai sesquiossidi e dal protossido di ferro e l'altro dalle altre basi, siano quantitativamente uguali nei due campioni i gruppi corrispondenti.

Ora questo modo di confrontare le composizioni chimiche di due o più sostanze può condurre a delle gravi inesattezze. In primo luogo il confronto diretto fra le composizioni centesimali è solo possibile quando nelle sostanze esaminate i varî componenti rivelati dalle analisi si equivalgano singolarmente, nel qual caso le analogie si trasformano in identità; in ogni altro caso non può farsi perchè essendo differenti i pesi molecolari dei singoli componenti, variando le loro proporzioni centesimali, pur anche se si mantenga costante la loro somma, si avranno differenti numeri di molecole per ognuno e quindi la analogia esisterà solamente quando si equivalgano non le proporzioni centesimali ma bensì i rapporti molecolari che si ottengono dividendo le quantità centesimali stesse per i singoli pesi molecolari e riferendo tutti i quozienti così ottenuti a quello minore uguagliato ad uno. In tal modo invero il calcolo di confronto si compie direttamente sul numero delle molecole dei varî componenti che entrano nei gruppi molecolari rivelati dalle analisi.

Inoltre nessuna relazione chimica può esistere fra il sesquiossido ed il protossido di ferro, che permetta di raggruppare quest'ultimo insieme al primo; poichè se è possibile in certi casi che il sesquiossido debba, invece che coll'allumina, essere riunito col protossido, come appunto avverrebbe nel caso in cui esso provenisse da sopraossidazione posteriore e secondaria del protossido, il fatto inverso non è in generale ammessibile, poichè il protossido di ferro, in causa della sua funzione chimica, entra nei composti minerali e chimici in generale in unione cogli altri protossidi e specialmente con quelli di calcio, magnesio, manganese e cogli ossidi alcalini.

E la prova di quanto io dico la si ricava direttamente dagli esempi riportati dallo stesso Bodmer-Beder, poichè determinando le formole chimiche che approssimativamente

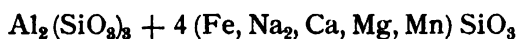
corrispondono ai sei campioni le cui analisi vennero da lui riportate a proposito delle vere cloromelaniti e delle pirosseniti cloromelanitiche, è facile vedere come realmente manchino le analogie ammesse dall'autore:

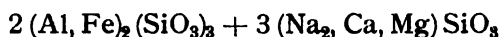
Cloromelaniti tipiche:

Cloromelanite di Mörigen (Hirschy):

$$(Al, Fe)_2 (SiO_3)_3 + 2 (Na_2, Ca, Mg, Fe, K_2) SiO_3$$

Cloromelanite di Gerlafingen (Fellemberg):

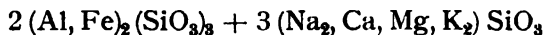
$$Al_2 (SiO_3)_3 + 4 (Fe, Na_2, Ca, Mg, Mn) SiO_3$$

Cloromelanite di Ouchy (Damour):

$$2 (Al, Fe)_2 (SiO_3)_3 + 3 (Na_2, Ca, Mg) SiO_3$$

Pirosseniti cloromelanitiche:

Cloromelanite di Bielersee (Hezner):

$$(Al, Fe)_2 (SiO_3)_3 + (Na_2, Mg, Ca, K_2, Fe) SiO_3$$

Cloromelanite francese di ignota provenienza (Damour):

$$2 (Al, Fe)_2 (SiO_3)_3 + 3 (Na_2, Ca, Mg, K_2) SiO_3$$

Concrezione basica di una granitite:

$$(Al, Fe)_2 (SiO_3) + 2 (Na_2, Mg, H_2, Ca, Fe, K_2, Mn) SiO_3$$

che portano rispettivamente ai seguenti rapporti fra i silicati dei sesquiossidi (A) e quelli dei protossidi (B):

Cloromelaniti tipiche:

$$A : B :: 1 : 2 :: 1 : 4 :: 2 : 3 :: 1 : 2 :: 1 : 4 :: 1 : 1,5$$

Pirosseniti cloromelanitiche:

$$A : B :: 1 : 1 :: 2 : 3 :: 1 : 2 :: 1 : 1 :: 1 : 1,5 :: 1 : 2.$$

Un fatto solo risulta chiaramente da queste formole ed è che le cloromelaniti e le pirosseniti cloromelanitiche studiate da Bodmer-Beder, al pari di quanto si nota nella quasi totalità dei pirosseni cloromelanitici e giadeitici, si possono, con sufficiente approssimazione rappresentare mediante una miscela di metasilicati, nè sembra che la presenza dell'anfi-

bolo influisca notevolmente sulla loro composizione chimica, il che lascia supporre che esso sia affatto subordinato.

In modo analogo si possono discutere le conclusioni a cui giunse Bodmer-Beder riguardo alla questione, a mio parere molto più complessa e che si riferisce al gruppo dei pirosseni cloromelanitici ricchi in calce e magnesia e che l'autore prima considera come delle anfiboliti pirosseniche senza quarzo e poscia come dei veri gneiss pirossenici fondandosi su un'analogia da lui ammessa fra di esso ed un gneiss augitico dell'Alsazia.

È da notarsi che Bodmer-Beder si riporta esclusivamente alle cloromelaniti provenienti dalle Alpi piemontesi e studiate da Damour [1], Piolti [2] e Franchi [3]; e per esse giunge alle conclusioni seguenti: *Die mikroskopischen Prüfungen ubereinstimmend mit den chemischen Analysen ergeben also, dass diese piemontesischen Gesteine nicht identisch sind mit den Jadeit resp. Chloromelaniten unserer Pfahlbaustationen, wie bis jetzt von einer Reihe von Forschern angenommen wird.*

Ora siccome nessuno dei precitati autori menomamente accenna, a proposito dei materiali di cui si occupa Bodmer-Beder, non dico ad una supposta identità ma neppure ad una semplice loro analogia con i materiali delle Palafitte di Biel, poichè di essi non parlano affatto, nasce il dubbio che nelle suesposte parole sia contenuto un significato più generale e che Bodmer-Beder trovi che a torto Damour, Franchi e Piolti abbiano considerato come riferibili al gruppo dei pirosseni cloromelanitici quelli da essi studiati e descritti.

Non entro nella discussione dei caratteri microscopici, quand'anche le ricerche di Bodmer-Beder conducessero a dei risultati non perfettamente collimanti con quelli ottenuti dai precitati autori, poichè non v'ha a mio parere ragione alcuna di preferire la sommaria descrizione data da

---

(1) Damour: loc. cit.

(2) Piolti: Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino XXXIV (1899) 12.

(3) Franchi: Boll. del R. Com. Geol. Ital. (1900) n. 2.

Bodmer-Beder a quella ampia e particolareggiata che si osserva nei lavori di Piolti e Franchi, tanto più che questi autori ebbero a loro disposizione un materiale di studio più abbondante di quello che, appartenente agli stessi materiali, potè essere utilizzato da Bodmer-Beder che dovette, almeno per alcuni, limitarsi allo studio di minuti frammenti a lui inviati dagli autori sopraindicati.

Mi limito quindi semplicemente alla discussione della supposta analogia chimica riscontrata da Bodmer-Beder fra la cloromelanitite di Sinette presso Mocchie studiata da Franchi ed analizzata da Aichino, ed il gneiss pirossenico di La Hingrie nell'Alsazia studiato da Cohen [1] ed analizzato da von Werveke.

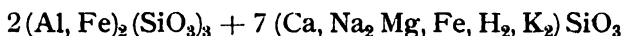
Queste due roccie corrispondono alle seguenti composizioni centesimali:

| | Cloromelanitite di Mocchie | Gneiss pirossenico di La Hingrie |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 56,85 | 56,44 |
| $TiO_2$ | — | 0,62 |
| $Al_2O_3$ | 8,42 | 14,37 |
| $Fe_2O_3$ | 9,82 | 1,02 |
| FeO | 1,12 | 4,68 |
| MnO | tr. | — |
| MgO | 4,57 | 3,70 |
| CaO | 12,16 | 13,15 |
| $Na_2O$ | 6,91 | 4,30 |
| $K_2O$ | 0,28 | 1,23 |
| $H_2O$ | 0,59 | 0,47 |
| | 100,72 | 99,98 |

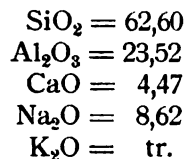
Da queste composizioni ricavando i rapporti molecolari, evitando l'errore anche qui ripetuto da Bodmer-Beder di collocare insieme il protossido di ferro ed i sesquiossidi, si giunge realmente ad una formola unica tanto per la cloro-

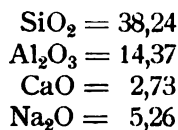
[1] Cohen: Neues Iahrb. für Miner ecc. Briefwechsel (1883) I p. 199.

melanitite di Mocchie quanto per il gneiss pirossenico di La Hingrie, formola che si può esprimere nel modo seguente:

$$2(Al, Fe)_2(SiO_3)_3 + 7(Ca, Na_2 Mg, Fe, H_2, K_2) SiO_3$$

Io credo però che quest'analogia di costituzione chimica sia più che altro accidentale. Invero sebbene Rosenbusch (1) indichi la suindicata analisi come quella di un gneiss pirossenico, dalla nota originale di Cohen risulta invece che essa venne compiuta su frammenti nei quali mancava il quarzo. Inoltre lo stesso Cohen riferendo i soprascritti risultati, pur riconoscendo come non fosse possibile da essi di giungere in modo certo alla determinazione esatta della natura chimica dei singoli componenti, ammette però che con grande verosimiglianza si possa stabilire la presenza di un plagioclasio non più basico dell'oligoclasio e di un pirosseno non alluminifero.

Ora in realtà questa ipotesi di Cohen concorda a sufficienza con i risultati della analisi soprariportata, quando si consideri un oligoclasio assai basico, come sarebbe ad esempio quello di Bakersville, analizzato da Sperry (2) e corrispondente alla seguente composizione:

$$\begin{aligned} SiO_2 &= 62{,}60 \\ Al_2O_3 &= 23{,}52 \\ CaO &= 4{,}47 \\ Na_2O &= 8{,}62 \\ K_2O &= \text{tr.} \end{aligned}$$

Supponendo che nel gneiss di La Hingrie tutta l'allumina sia dovuta ad un oligoclasio del suddetto tipo, la quantità di questo contenuta nello gneiss sarebbe rappresentata dai seguenti valori:

$$\begin{aligned} SiO_2 &= 38{,}24 \\ Al_2O_3 &= 14{,}37 \\ CaO &= 2{,}73 \\ Na_2O &= 5{,}26 \end{aligned}$$

(1) Rosenbusch: Elemente der Gesteinslehre (1898) p. 486; Analisi V.

(2) Sperry: Amer. Iourn. of Science (1888) 36 p. 325.

Per cui sottraendo dai valori dell'analisi e trasformando le piccole quantità di $TiO_2$ e $K_2O$ rispettivamente in $SiO_2$ e $Na_2O$ ed astraendo dall'acqua, si avrebbe:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | = 56,89 | — 38,24 | = | 18,65 |
| $Al_2O_3$ | = 14,37 | — 14,37 | = | — |
| $Fe_2O_3$ | = 1,02 | | = | 1,02 |
| $FeO$ | = 4,68 | | = | 4,68 |
| $MgO$ | = 3,70 | | = | 3,70 |
| $CaO$ | = 13,15 | — 2,73 | = | 10,42 |
| $Na_2O$ | = 5,11 | — 5,26 | = | — |
| | | | | 38,47 |

Riportando queste quantità a 100 e determinando i rapporti molecolari, escludendo dal calcolo le piccole traccie di $Fe_2O$, dovute probabilmente alle piccole traccie di minerali di ferro riscontrate nella roccia, si avrebbero i risultati seguenti:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | = 48,47 | 0,808 | 0,808 |
| $Fe_2O_3$ | = 2,67 | — | |
| $FeO$ | = 12,16 | 0,169 | |
| $MgO$ | = 9,61 | 0,240 | 0,892 |
| $CaO$ | = 27,09 | 0,483 | |

dai quali risulta evidentemente come si ottenga, dopo eliminato il feldispato, un composto residuo che molto si approssima, eccezione fatta per una leggera eccedenza di base, ad un metasilicato di calcio, magnesio e ferro, composizione questa caratteristica dei pirosseni non alluminiferi; ed anzi si può anche spiegare la leggera eccedenza di basi, supponendo che essa sia dovuta alla calce e dipenda dalla presenza, come prodotto di alterazione del feldispato, di saussurite, nella quale appunto si nota che la quantità di calce in confronto a quella della silice è maggiore che non nell'oligoclasio.

Supponendo quindi in tal modo confermata l'interpretazione data da Cohen per il gneiss di La Hingrie, risulta evidentemente come nessuna analogia possa stabilirsi fra

esso e la cloromelanitite di Mocchie, poichè, data la grande sua ricchezza in sesquiossido di ferro, occorrerebbe di ammettere la esistenza di un feldispato in cui gran parte dell'allumina fosse sostituita dal sesquiossido di ferro, fatto questo fino ad ora assolutamente ignoto in mineralogia.

Ma se anche si volesse negare l'interpretazione di Cohen e si volesse ammettere invece che nello gneiss di La Hingrie si abbia un feldispato più basico dell'oligoclasio ed un pirosseno alluminifero, non per questo l'ipotesi di Bodmer-Beder acquisterebbe una maggiore verosimiglianza poichè, a parte il fatto che per ottenere una esatta ripartizione dei componenti occorrerebbe di riferire il feldispato plagioclasico all'andesina, avendosi quindi un fatto pure nuovo d'uno gneiss andesitico, permanendo sempre nella cloromelanitite di Mocchie la prevalenza del sesquiossido di ferro, ne verrebbe che tutta l'allumina sarebbe appena sufficiente per costituire il feldispato, onde bisognerebbe supporre la presenza di un pirosseno in cui il sesquiossido fosse esclusivamente rappresentato da $Fe_2O_3$, fatto questo che solo si incontra nell'acmite.

Ma evidentemente la presenza dell'acmite come componente essenziale della cloromelanitite di Mocchie è da escludersi poichè nè Franchi nè Piolti e neppure Bodmer-Beder accennano menomamente, per quanto riguarda il pirosseno in essa contenuto, a dei caratteri che possano permettere di considerarla come acmite.

Le stesse cose possono ripetersi per le altre cloromelaniti e cloromelanititi che Bodmer-Beder, perchè ricche in calce, collocò nello stesso gruppo; ed anzi è degno di nota il fatto, contrastante pure colla sua ipotesi, che una di esse e precisamente quella dell'Oropa analizzata da Zambonini (1) fu tratta da una eclogite e quindi non può aver nulla di comune con un gneiss pirossenico.

Il fatto poi che l'analisi di von Werveke porta ad una composizione complessiva corrispondente a quella di un

---

(1) Zambonini: Atti della R. Accad. dei Lincei: Rendiconti Serie V. Vol. X (1901) p. 240.

metasilicato si può facilmente spiegare quando si consideri che il materiale analizzato era privo di quarzo e proveniva dalla mescolanza di un pirosseno e di un feldispato plagioclasico; poichè mentre nei pirosseni predomina il tipo di metasilicato, nei plagioclasi coll'aumentare della calce fino all'andesina, va accentuandosi pure la tendenza verso una composizione corrispondente a quella di un metasilicato, risultando essi dall'unione di un bisilicato e di un ortosilicato.

Del resto che nelle cloromelaniti e nei pirosseni cloromelanitoidi in generale, analogamente a quanto si nota nei pirosseni giadeitoidi, la massa fondamentale sia sempre rappresentata da un pirosseno, anche quando abbondino in calce, risulta chiaramente anche da una superficiale osservazione microscopica; ed anzi si nota che mentre in certe giadeiti tipiche dell'Asia la massa apparisce confusamente costituita da individui estremamente piccoli e che solo si possono separatamente discernere mediante forti ingrandimenti, invece in molti pirosseni cloromelanitoidi, come ad esempio quello appunto di Mocchie, gli individui generalmente hanno dimensioni tali da essere facilmente discernibili anche con un debole ingrandimento.

Rimane il fatto che le cloromelanititi di Rivoli, di Mocchie e dell'Oropa sono notevolmente ricche in calce e si allontanano quindi assai dal tipo scelto da Bodmer-Beder per la cloromelanite tipica. Ma questo fatto, comune del resto anche a delle altre cloromelanititi non piemontesi, potrebbe solo influire sulla loro natura mineralogica quando non si avessero fra i pirosseni giadeitoidi dei termini che per la loro ricchezza in calce potessero paragonarsi alle dette cloromelanititi.

Il che non è poichè tali appunto sono i pirosseni giadeitoidi del lago di Neuchâtel analizzati da Frenzel [1] e quello dei laghi di Pratofiorito analizzato da Aichino [2] i

---

[1] Dana: System of Mineralogy (1892) p. 370. Anal. 29 e 30.
[2] Franchi: loc. cit.

quali rispettivamente corrispondono alle seguenti composizioni:

| Pirosseni giadeitoidi: | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO | CaO | MgO | $Na_2O$ | El. vol |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| del lago di Neuchâtel | 52,42 | 26,00 | — | 2,02 | 9,05 | 3,56 | 7,44 | 0,20 |
| » » | 50,30 | 25,68 | — | 2,79 | 11,00 | 4,45 | 6,30 | 0,40 |
| dei laghi di Pratofiorito | 56,63 | 17,33 | 1,74 | 0,22 | 13,35 | 4,36 | 6,80 | 0,10 |

Ed anzi si potrebbe forse spiegare questa ricchezza in calce, che si osserva appunto in questi vari pirosseni alpini, comprendendovi anche quello di Pratofiorito, sebbene debba considerarsi come una giadeitite, tenendo conto della loro giacitura. Invero dalle ricerche di Damour, Franchi, Piolti [1] ecc. compiute su materiali lavorati o su frammenti di roccie, risulta che una delle giaciture principali per questi pirosseni ricchi in calce, è come componenti delle eclogiti e se anche si hanno delle vere pirosseniti, come ad esempio quella di Mocchie, esse sono sempre in intima relazione con delle eclogiti.

Nelle eclogiti in generale il pirosseno è costituito da onfacite, cioè da un silicato in cui prevale la calce, essendo anche in discreta quantità la magnesia ed il protossido di ferro, mentre invece è scarsa l'allumina, manca il sesquiossido di ferro e la soda solo apparisce, e neppur sempre, in piccole quantità. Se ora si suppone che in una onfacite vada aumentando l'allumina e che in parte essa possa venir sostituita dal sesquiossido di ferro e che con i sesquiossidi aumenti pure la soda a spese dei protossidi, si passerebbe precisamente a due tipi differenti, ancora relativamente ricchi in calce e corrispondenti rispettivamente a dei pirosseni giadeitoidi e cloromelanitoidi a seconda che in essi i sesquiossidi siano esclusivamente o quasi, rappresentati dall'allumina oppure anche in notevole parte da quello di ferro.

---

[1] Damour: loc. cit.; Franchi: loc. cit.; Piolti: Atti R. Accad. delle Scienze di Torino (1902) XXXVII; sedute 11 Maggio e 15 Giugno.

Per cui questi pirosseni verrebbero ad essere delle onfaciti giadeitiche o cloromelanitiche; deriverebbero cioè dall'onfacite alla cui molecola siasi associata una quantità più o meno grande dei silicati della giadeite e della cloromelanite.

*Istituto Min. della R. Univ. di Torino, 15 Genn. 1903.*

S. Franchi

## Ancora sulla dispersione dei pirosseni cloromelanitici

*(2ª Risposta al Dott. L. Colomba)*

Ho letto, con molto ritardo, non avendomene l'Autore mandato l'estratto, la controrisposta del Dott. Colomba sulla questione della causa del potere dispersivo nei pirosseni cloromelanitici, pubblicata nel vol. XXVIII (fasc. VI) di questa Rivista.

In sostanza potrei ritenermi soddisfatto e considerare come chiuso il dibattito, poichè: 1° Il Dott. Colomba riconosce come privo di valore l'unico argomento che egli aveva creduto portare contro la mia primitiva osservazione. 2° Il Dott. Colomba accetta in sostanza l'enunciato al quale, nella prima risposta, io sono giunto col confronto delle analisi e delle proprietà ottiche di altri pirosseni [1]. 3° Accettando il mio ultimo enunciato egli viene implicitamente a riconoscere come *condizione necessaria* (quantunque non sufficiente) un tenore in $Fe_2O_3$ di una certa importanza affinchè il pirosseno abbia dispersione sensibile; il quale concetto è incluso nella mia prima osservazione relativamente al pirosseno di Mocchie.

Però, il mio egregio contradditore pur dandomi sostanzialmente ragione, mi fa segno a tanti piccoli controattacchi ch'io mi trovo costretto, con mio grande rincrescimento, a riprendere la penna, alfine di svelare il singolare metodo di polemica da lui adottato, e mettere le cose a posto.

In un mio lavoro di *indole petrografico-paletnologica,*

[1] S. Franchi — Sulla dispersione nei pirosseni cloromelanitici ecc. (Boll. R. Com. geol. d'It. - Anno 1901 - N. 4).

che aveva per iscopo di *affermare la presenza in posto nelle Alpi di roccie giadeitiche*, e di *mettere in evidenza le grandi analogie loro col materiale litico della ricchissima Stazione neolitica di Alba* [1], studiando petrograficamente diverse pirosseniti sodiche alpine io davo le analisi chimiche di due di esse eseguite dall'Ing. G. Aichino, analisi che trascrivo a piè di pagina [2].

In un punto di quel mio lavoro, ricordavo come L. Mrazec, nel suo studio di una giadeitite proveniente dal Piemonte avendo rilevato una dispersione fortissima nel pirosseno sodico che quasi totalmente la costituiva, avesse ammesso, per analogia colle augiti titanifere a forte dispersione delle roccie vulcaniche, che tale proprietà fosse dovuta al forte tenore in acido titanico, ed aggiungevo:

« Ulteriori ricerche, certo non facili, a causa della piccolezza degli elementi pirossenici e della diffusione in essi dell'ilmenite e del rutilo, permetteranno forse di chiarire se questa ipotesi sia attendibile. A questo proposito osservo come le analisi di due campioni di roccie giadeitiche, condotte dall'Ing. Aichino con molta cura, nell'una delle quali il pirosseno non ha dispersione sensibile, (II, Pratofiorito) e nell'altra invece (I, Mocchie) ha dispersione fortissima, non differiscono essenzialmente che per il rapporto degli elementi $Al_2O_3$ $Fe_2O_3$ e FeO, sicchè *nell'importanza che prendono le quantità dei due ultimi ossidi rispetto all'allumina sembrerebbe logico il cercare la causa della forte dispersione* » (l. c. p. 130). E ciò dicevo sapendo che l'Ing. Aichino il quale aveva espressamente fatto ricerca del titanio nelle due roccie non ve l'aveva riscontrato in quantità determinabili. E dopo aver data l'analisi della cloromelanitite di Mocchie e notato che essa non conteneva quantità determinabili di anidride titanica io aggiungevo: « *perciò*

---

(1) S. Franchi — Sopra alcuni giacimenti di roccie giadeitiche nelle Alpi occidentali e nell'Appennino ligure (Boll. R. Com. geol. d'It. 1900 N. 2).

(2)

| | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | FeO | CaO | MgO | $Na_2O$ | $K_2O$ | MnO | $Cr_2O_3$ | Perdite al fuoco | Totali |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 56,85 | 8,42 | 9,82 | 1.12 | 12,16 | 4,57 | 6,91 | 0,28 | tr. | .... | 0,59 | 100,72 |
| II | 56,63 | 13,33 | 1,74 | 0,22 | 13,35 | 4,36 | 6,80 | .... | .... | tr. | 0,10 | 100,53 |

*al suo tenore in ossidi di ferro e non a quel costituente chimico deve essere attribuita la forte dispersione notata nel pirosseno* » (l. c. p. 143).

Come appare dal testo dei brani ora riportati, la osservazione mia primitiva, contraddetta prima dal Dott. Colomba ([1]) e contro la quale egli ritorna con inesplicabile accanimento, nel suo ultimo scritto, non ha punto la pretesa di una ipotesi generale. Poichè, quantunque non lo abbia detto esplicitamente, si capisce che io volevo con essa affermare che l'ipotesi di Mrazec non era applicabile al caso del pirosseno di Mocchie, la causa del cui forte potere dispersivo mi *sarebbe sembrato logico cercare* ecc. ecc. E pure del pirosseno di Mocchie esclusivamente parlavo nel secondo di quei brani. Così la mia osservazione costituiva come un appunto che prendevo e mettevo in evidenza per uso di chi, avendo possibilità di raccogliere altri dati, avesse voluto trattare di proposito quell'argomento.

E questo appariva tanto più evidente in quanto che io nel testo ora riportato non escludevo nemmeno in modo assoluto l'ipotesi di Mrazec; e, dato il tanto diverso scopo del mio lavoro, che certo non era un luogo adatto per svolgere quell'argomento di indole puramente mineralogica, io non avevo presa in particolare e minuto esame nessuna delle altre analisi di pirosseni che avevo sotto mano, e quindi nemmeno quello della giadeitite data dal Piolti.

Paionmi quindi o in ritardo o gratuiti gli addebiti che il Dott. Colomba mi fa, e ciò non senza salire un po' in cattedra: 1° Di non aver tenuto conto nel mio primo scritto di detta analisi del Piolti. 2° Di credere « *ad un rapporto assoluto fra il tenore dei pirosseni giadeitoidi in* $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ *ed* $FeO$ *e la dispersione* ». 3° Di credere ad « *una relazione di mutua sostituzione fra l'allumina ed il protossido di ferro* » (l. c. p. 83). Ho già detto perchè sia ingiustificato quel 1° appunto; pel 2° e pel 3° ognun vede *non essere possibile, senza fare arbitrarie illazioni,* trarre dal testo dei brani riferiti sopra del mio primo lavoro: che io credessi ad un *rapporto as-*

---

([1]) L. Colomba — Sopra una iadeitite di Cassine (Acqui). Vol. XXVII di questa rivista p. 18.

*soluto ecc.* ovvero ad una relazione di *mutua sostituzione* ecc. ecc.; sicchè sono perfettamente oziose le disquisizioni fatte in proposito dal Colomba (p. 83 e 84).

Lasciando da parte gli appunti 2° e 3°, la cui inanità risulta evidente alla semplice lettura del testo delle mie osservazioni, io mi stupisco che il Dott. Colomba non siasi accorto come dovesse stuonare in bocca sua il 1° di quegli appunti, in bocca di lui che, allorquando volle combattere la mia primitiva incidentale osservazione, non seppe opporre ad essa che quel povero fatto che egli stesso ammette ora essere stato un argomento di nessun valore, poichè accetta (l. c. p. 82 e 89) per esso una delle spiegazioni da me date. Eppure allora egli avrebbe dovuto raccogliere tutti gli argomenti che potessero servire allo scopo di annullare la mia osservazione, o per lo meno a modificarla; e la analisi del Piolti poteva servire a questo secondo scopo come servì dopo a me quella del pirosseno di Oropa.

Il Dott. Colomba, non ha intuito prima e si ostina ora a non riconoscere la sostanziale ragionevolezza della mia prima osservazione, che, lo ripeto, non aveva la pretesa di una ipotesi generale; ed ora egli nega ogni fondamentale relazione fra quella e il complesso delle conclusioni della mia prima replica; cercherò se mi sia possibile convincerlo del suo errore.

La mia prima affermazione nasceva spontanea dalla osservazione di fatti: Io avevo due pirosseni costituenti essenziali quasi esclusivi di due pirosseniti appartenenti entrambe alla *zona delle pietre verdi* delle Alpi occidentali, i quali pirosseni erano perciò stati formati e mantenuti nelle stesse condizioni fisiche. Ora dei due pirosseni l'uno, quello di Pratofiorito, non presentava dispersione ottica sensibile, mentre questa era fortissima in quello di Mocchie. Pensai quindi che quel diverso comportamento ottico dovesse dipendere dalla differente costituzione chimica dei due pirosseni; e siccome questi avevano tenori quasi eguali in tutti gli elementi eccetto che in $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ ed FeO, e questi due ultimi ossidi avevano nel pirosseno a forte dispersione valori molto superiori che nell'altro, mentre era minore di assai quello in allumina, io credetti *sembrasse logico il*

*cercare la causa della forte dispersione* del pirosseno di Mocchie nella molto maggiore *importanza* che i tenori in $Fe_2O_3$ ed FeO hanno rispetto al tenore in $Al_2O_3$ in quel pirosseno, considerati, s'intende relativamente agli stessi tenori nel pirosseno di Pratofiorito.

Ragionamento questo semplice e naturale, che forse molti altri osservatori avrebbero fatto, non potendosi a priori escludere che l'ossido ferroso, potesse influire sulla dispersione, nè divinare che l'ossido ferrico avesse sopra di essa un'influenza solo nel caso in cui entrasse nella costituzione di determinate molecole.

Ho detto forse, perchè degli osservatori più oculati di me e del Dott. Colomba, al quale pure è sfuggito il difetto della mia osservazione cui sto per accennare, avrebbero potuto notare che, quantunque la differenza fra i due tenori in FeO sia grande relativamente ai loro valori, essa è tuttavia minore dell'unità, ed avrebbero potuto senz'altro attribuire la dispersione del pirosseno di Mocchie alla sola importanza del tenore in $Fe_2O_3$, tenore che supera di oltre otto unità quello del pirosseno di Pratofiorito.

Confessato il mio torto, reale, questo, me ne consolo un po' pensando che solo chi non fa non falla, e come sia destino che alla Verità si giunga attraverso ad errori.

Io ho dopo, nella risposta al Colomba, creduto non del tutto inutile *cercare,* nel senso che pareva indicarmi quella prima osservazione, se fosse possibile avere una meno incompleta e vaga nozione su quella causa. Ed ho tentato ciò, non perchè io mi credessi particolarmente preparato per fare quella ricerca, ma unicamente perchè credetti mio obbligo morale, avendo fra le mani, per circostanze speciali, un materiale adatto, dare quel contributo maggiore che a me, non mineralogo, fosse possibile alla conoscenza di quei pirosseni sodici, richiamando, se non altro, sull'argomento l'attenzione dei Mineralogisti.

Nella mia risposta al dott. Colomba prendendo in esame altri pirosseni sodici ed esaminandone il potere dispersivo in rapporto colla loro costituzione chimica ero giunto all'enunciato seguente: « *in questo gruppo dei pirosseni sodici delle roccie eclogitiche ed affini la forte dispersione è in*

*rapporto diretto con un certo tenore in ossido ferrico, o, più precisamente, con una certa percentuale del silicato della acmite che può supporsi entrare nella loro costituzione.* » E ciò dicevo non senza avere notato prima, tenendo conto dell'analisi di un pirosseno sodico ricco in ossido ferrico e senza dispersione sensibile, eseguita da F. Zambonini: « *non possiamo dire che i pirosseni presentanti forti tenori di questo ossido* (ferrico) *abbiano tutti forte dispersione* » ma « *rimarrebbe tuttavia vera la frase inversa, che cioè, tutti i pirosseni allumino-sodici esaminati presentanti forte dispersione hanno un considerevole tenore in ossido ferrico* ».

Colle quali osservazioni intendevo rilevare come *un certo tenore in ossido ferrico fosse condizione necessaria, quantunque non sufficiente* perchè il pirosseno presentasse forte dispersione.

Alla luce della ipotesi ultima a cui saremmo giunti il pirosseno di Mocchie dovrebbe il suo forte potere dispersivo ad *una certa percentuale di molecole del silicato dell'acmite* che entrerebbero nella miscela isomorfa che lo costituisce; ma per ciò *è naturalmente necessasio un certo tenore in ossido ferrico,* il che concorda, ove se ne escluda l'ossido ferroso, con quello che io scrivevo nel mio primo lavoro, dopo data l'analisi del pirosseno di Mocchie: « *perciò al suo tenore in ossidi di ferro e non a quel costituente chimico* (anidride titanica) *deve essere attribuita la forte dispersione notata nel pirosseno.* » Ecco dove sta la concordanza che il Dott. Colomba vorrebbe negare.

Questa dicitura nella quale, non è più cenno di importanza relativa fra tenori in ossidi di ferro e in allumina, avrebbe dovuto mostrare al Dott. Colomba l'inutilità di tutti i calcoli da lui fatti di rapporti fra i tenori in $Al_2O_3$ e $Fe_2O_3$, giacchè il pensiero di un Autore lo si giudica dal complesso di quanto dice sopra un dato argomento, non da una parte staccata, interpretandola arbitrariamente, tanto più quando si tratta, come nel caso attuale, di osservazioni incidentali.

Malgrado ciò il Dott. Colomba, si abbandona ad una lunga discussione dei valori del rapporto fra i tenori in $Al_2O_3$ e $Fe_2O_3$ nei diversi pirosseni ricchi in questo ultimo

ossido, lasciando da parte, si noti bene, quelli che di esso sono poveri o privi, omissione non trascurabile, come si vedrà in appresso; e alla fine dice testualmente: « un solo « fatto a mio parere si deduce da questi risultati ed è il « seguente: *i pirosseni giadeitoidi ricchi in ferro allo stato « di sesquiossido, possono avere o no dispersione ottica, ed « allo stato attuale delle osservazioni che li riguardano « manca ogni argomento per stabilire una qualsiasi rela- « zione fra il loro potere dispersivo e le quantità di sesquios- « sido di ferro che contengono* » (l. c. p. 86).

Questo enunciato è, come ognun vede, *reticente;* esprimerà *forse la verità* ma certo *non tutta la verità,* perchè *mette fuori questione* i pirosseni giadeitoidi poveri o privi di ferro allo stato di sesquiossido. A me sembra che con quella omissione il Dott. Colomba venga, suo malgrado, a riconoscere che *allo stato attuale delle osservazioni* vi sia già intanto una distinzione da fare; quella cioè: tra *pirosseni poveri o privi di ossido ferrico,* i quali *non presentano mai dispersione ottica,* e quelli *con forti tenori di quell'ossido i quali secondo i casi possono presentare o no quella dispersione.* E questa prima distinzione costituisce appunto una delle parti fondamentali delle mie conclusioni ultime, come del pari era inclusa, limitata ai due pirosseni ai quali si riferiva, nella mia primitiva osservazione.

Che non siasi accorto di questo il Dott. Colomba sembrerebbe strano, non meno dell'altro fatto che, poco dopo di aver dato l'enunciato negativo sopra trascritto, riconosce essere espresso nel mio enunciato, affermativo riportato a pag. 7 un « concetto che crede potrebbe molto meglio che il precedente servire a spiegare il nuovo quesito che sorge dai risultati delle analisi chimiche, quello cioè di stabilire i motivi per cui nei pirosseni cloromelanitici possa o no esservi dispersione. »

A questo punto io non posso a meno di rimpiangere che il Dott. Colomba non abbia incominciato di qui, secondo che parmi sarebbe stato nelle buone regole della polemica, la sua controrisposta. Quell' ostinarsi a combattere l'enunciato di una mia osservazione incidentale attribuendole un senso che io mai intesi darvi, mentre il Dott. Colomba

è in massima d'accordo coll'enunciato al quale io giunsi discutendo di proposito l'argomento, potrebbe far credere che egli sia eccessivamente amante della polemica o che voglia, fuori tempo, rifarsi di un primo non riuscito attacco.

Il Colomba, riconosciuto ammissibile il mio concetto che il potere dispersivo dei pirosseni cloromelanitici possa essere in relazione con un certo tenore in molecole di acmite, prende anzi a svolgerlo, esplicando il possibile modo di interpretazione teorica, secondo il quale sarebbero senza dispersione quei pirosseni a forte tenore in ossido ferrico nelle miscele isomorfiche dai quali quell'ossido sia impegnato in altri silicati che l' acmite, ed avrebbero invece dispersione sensibile quelli nei quali quell' ossido sia impegnato per una parte considerevole nel silicato dell' acmite (pirosseni acmitoidi) [1]. Spiegazione questa che sembra ragionevole e che sarebbe conforme a quanto si osserverebbe nel pirosseno senza dispersione di Oropa, nella cui formola empirica data dallo Zambonini, ora ammessa dal Dott. Colomba, non figurerebbe il silicato dell'acmite, nonostante il considerevole tenore in ossido ferrico.

Malgrado che le osservazioni finora fatte ed alcune considerazioni teoriche sembrino rendere accettabili le ultime mie conclusioni, io non escludo che nuove osservazioni ed analisi possano indurre a modificarle sensibilmente, essendo anche possibile che le coincidenze che portarono a

---

[1] Il Dott. Colomba pone la questione se debbano includersi nelle *cloromelaniti* di Damour tutti i pirosseni giadeitoidi ricchi in ferro, e pensa che « qualsiasi pirosseno giadeitoide ricco in sesquiossido di ferro dovrebbe riferirsi alla cloromelanite quand'anche il suo colore non sia molto intenso ». Ciò sarebbe ragionevole se appunto etimologicamente quel nome non includesse il concetto *verde-nerastro,* e se poi non si andasse incontro ad un altro inconveniente, quello di non aver più nessun carattere macroscopico o microscopico distintivo fra cloromelaniti e giadeiti, che non potrebbero più distinguersi che in base ai risultati di analisi chimiche. Il carattere della dispersione potrebbe forse servire a distinguere i due gruppi di pirosseni: quello *giadeitoide* e quello *cloromelanitico,* quando si intendessero compresi in questo gruppo tutti i pirosseni *acmitoidi.*

quelle conclusioni siano in parte state casuali, dato il piccolo numero di pirosseni studiati sotto quel punto di vista. Ma ad una conclusione assolutamente negativa non si arriverebbe che quando si scoprisse un pirosseno di questo gruppo giadeitoide il quale *possedesse forte dispersione senza avere in pari tempo un considerevole tenore in ossido ferrico.* Fino allora io potrò credere che il mio tentativo di cercare la causa della dispersione dei pirosseni cloromelanitici non sia completamente fallito. Che se un giorno quel pirosseno venisse a scoprirsi ed il mio tentativo a dimostrarsi mancato, non crederei per questo del tutto perduto il poco tempo dedicato a queste ricerche, poichè anche una affermazione in senso negativo può avere in scienza un valore quando non sia di per sè ed indipendentemente dalle ricerche fatte ovvia od evidente.

Certo, Dott. Colomba, l'abbattere quelle ipotesi « che si fondano su idee preconcette ed arbitrarie » è cosa utile, ma bisogna badar bene a non sbagliare nel primo giudizio, perchè il cercare invece di annullare una osservazione, la quale, quantunque parziale ed incompleta, sgorghi dai fatti, racchiudendo in sè, quantunque non ancora ben chiaro, foss'anche un sol bricciolo di vero, può essere fatica vana.

Inoltre prima di contraddire le osservazioni altrui è doveroso rendersi conto esatto del senso e della portata che l'Autore intese darvi e delle circostanze nelle quali le osservazioni sono state fatte; e ciò anzitutto per non essere ingiusti verso colleghi, e in secondo luogo per evitare delle polemiche, delle quali la parte maggiore, e purtroppo soventi la meno divertente, non riesce di utile alla scienza nel cui nome si combatte.

Io non intendo poi seguire il Dott. Colomba in altri ripicchi, veramente senza importanza, ed estranei all'argomento ora discusso, tanto più che egli scambiando le parole rende impossibile ogni discussione. Infatti egli parla di *prodotti di alterazione* laddove io parlavo di una speciale e determinata *metamorfosi* (Colomba l. c. p. 90) di pirosseni.

Così pure il Dott. Colomba non dice quale significato attribuisca alla parola *originaria* quando (l. c. p. 91) parla

di « *glaucofane indubbiamente originaria* » di certi calcari. Ora, se per *minerali originari* di una roccia debbono intendersi quelli che *ebbero origine con essa*, io mi permetto di dubitare che tali siano, ad esempio, la glaucofane ed alcuni altri minerali che si trovano nei calcari del molino della Beaume, studiati mineralogicamente dal Dott. Colomba; i quali calcari, per eccezionale unanime consenso dei Geologi, appartengono al Trias *metamorfosato* alpino.

Però, prima di firmare questo scritto, col quale per conto mio, intendo definitivamente chiuso il dibattito col Dott. Colomba, non posso esimermi dall'aderire al lusinghiero invito che egli mi rivolge alla fine del suo scritto, di fargli cioè sapere come io spieghi la presenza di geodi di glaucofane in cristalli terminati, da me raccolti in una eclogite della valle di Gressoney e studiati da F. Zambonini (1). La loro origine parmi possa spiegarsi allo stesso modo col quale si potranno spiegare le vene e le druse di cristalli di epidoto e di albite da me raccolti in una massa diabasica dei pressi di Acceglio, pure studiati da F. Zambonini (2); come le druse di lawsonite; come le vene di epidoto, albite, lawsonite e come le vene di glaucofane, le quali druse e vene sono abbastanza frequenti in molte masse di eufotidi, diabasi, porfiriti e varioliti metamorfosate delle Alpi Occidentali (3).

---

(1) *Sul glaucofane di Chateyroux.* — Rendiconti della R. Acc. d. Lincei, vol. XI, 1° sem., serie 5ª, fasc. 5°.

(2) *Krystallographisches über den Epidot.* — Zeits. f. Kryst. — XXXVII Band, 1 Heft.

(3) S. Franchi — *Sopra alcune metamorfosi di eufotidi e diabasi nelle Alpi occidentali* (Boll. R. Com. geol. - anno 1895 p. 190). — Id. — *Prasiniti ed anfiboliti sodiche provenienti dalle metamorfosi di roccie diabasiche* ecc. ( id. id. anno 1896, p. 172). — Id. *Sulla presenza del nuovo minerale lawsonite come elemento costituente di alcune roccie italiane* (Atti d. R. Acc. d. Scienze di Torino, seduta 27 dic. 1896).

H. Rosenbusch — *Zur Deutung der Glaukophangesteine.* — Sitzungberichte der K. Preuss. Ak. d. Wiss. Berlin. — XLV Band, 1898.

In tutte queste roccie di origine eruttiva non dubbia, il pirosseno è sovente in gran parte od anche totalmente trasformato in anfiboli sodici violetti (glaucofane, gastaldite, crocidolite) anfiboli i quali, siano essi in vene o nelle masse rocciose, non saranno dal Dott. Colomba, oso crederlo, ritenuti come *minerali originari.*

*Roma — Regio Ufficio geologico*
*Gennaio 1903.*

GINO PANEBIANCO

## Osservazioni su d'una reazione cromatica della calcite e della aragonite.

Il sig. Meigen ripubblica (¹) la sua reazione corretta dagli errori nei quali la prima volta era incorso, ed accresciuta di quasi tutte le osservazioni da me fatte, principale tra le altre quella che riguarda il comportamento della calcite polverizzata fatta bollire con nitrato di cobalto, e cioè, che non resta bianca o si colora leggermente in gialliccio per sostanze organiche presenti come voleva il Meigen (²), ma che invece come avevo osservato io, si colora in celeste dapprima e poi in azzurro (³).

---

H. S. Wasington — *A chemical study of the glaucophane schists.* Am. Jour. of Science, vol. XI, January, 1901.

S. Franchi — *Contributo allo studio delle roccie a glaucofane e della natura del metamorfismo onde ebbero origine.* Boll. R. Com. geol. anno 1902 fasc. 4.

(¹) Die Unterscheidung von Kalkspat und Aragonit auf chemischem Wege-Von W. Meigen — Ber. D. Oberrheim, geol. Var. 35 (1902).

(²) Eine einfache Reaktion zur Unterscheidung von Aragonit und Kalkspat von W. Meigen — Centralblatt für Min. geol. u. Pal. Stuttgart, 1901, N. 19, pag. 577.

(³) Sopra una reazione cromatica della calcite e della aragonite. — Gino Panebianco — Riv. di Min. e Cristall. Ital. Vol. XXVIII, pag. 5, Padova 1902.

Il sig. Meigen non si dà menomamente per inteso che le sue posteriori osservazioni furono da me fatte e pubblicate nove mesi prima. Aggiunge egli invero un'osservazione sul comportamento dell'apatite, che non so come ci entri postochè la reazione ha ufficio di distinguere i carbonati e precipuamente la calcite dalla aragonite; e tace una mia osservazione, e sulla quale richiamo l'attenzione: la nessuna attendibilità, cioè, dell'esito della reazione qualora la calcite abbia commisto anche solo 1|19 d'aragonite (4).

A proposito ancora del mio precitato lavoruccio il sig. Wyrouboff (5) si risente vivacemente per l'affermazione mia che egli « evidentemente non abbia verificata a dovere » la reazione descritta da Meigen. Mentre io mi dolgo forte meco medesimo se l'espression mia può interpretarsi di poco rispetto verso il sig. Wyrouboff, che, a detta dei mineralisti, è un eminente cultore della disciplina da mio padre pure professata, chiamo giudice il lettore tra l'asserzione mia e la sdegnosa denegazione del sig. Wyrouboff: egli invero stampava (6): — « M. Meigen vient de montrer qu'en chauffant l'aragonite et la calcite finement pulvérisés avec une solutione étendue de nitrate de cobalt, on n'obtenait une dépôt de sel basique de cobalt qu'avec l'aragonite — la calcite n'exerce aucune action et la poudre reste blanche » — e più sotto — « L'expérience de M. Meigen est, sous ce rapport, bien plus convaincante et bien plus décisive, puisque l'un des corps reste indéfiniment stable dans la solution ». —

Ebbene: la polvere di calcite, invece, come ho affermato io, non resta affatto bianca, nè tampoco diventa gialliccia per sostanze organiche, ma reagisce azzurra essa stessa ed il corpo quindi non resta indefinitamente stabile nella soluzione.

---

(4) Ibid., pag. 8.

(5) Encore quelques mots sur la réaction de M. Meigen; Par M. G. Wyrouboff — Bull. de la soc. Franç de Min. Tom. XXV n. 4. 6, April. Mai 1902.

(6) Quelques mots à propos d'une expérience de M. Meigen; Bull. Soc. Franç. de Min. Tom. XXIV n. 8, Nov. 1901.

Infine il sig. Wyrouboff dimostra che non si formano due carbonati normali di cobalto, ma probabilmente due carbonati basici e dice: « come aveva detto il Meigen ». Il Meigen invece disse che se ne formava un solo. Io nulla oppongo a tale constatazione e faccio solo osservare che la risentita critica del sig. Wyrouboff è fuori di luogo, poichè io non asserii neanche la possibilità dei due carbonati normali di cobalto; ho detto: « le due diverse colorazioni che si ottengono sono dovute, mi pare, alla formazione di due diversi carbonati idrati di cobalto » e poi: « supposto che i carbonati fossero della formola $Co\ CO_3$ » se ne ricava il diverso stato d'idratazione nei due.

Non feci quindi quella supposizione, perchè quella formola corrispondesse alle due sostanze, ma soltanto per rendere manifesto in modo evidente la diversa proporzione di acqua rispetto ai due: ossido di cobalto ed anidride di carbonica.

Federico Millosevich

# Alcune osservazioni sopra l'anglesite verde di Montevecchio (Sardegna).

Fin dal Novembre 1899 in una mia gita d'istruzione alle principali miniere di Sardegna ebbi la ventura di conoscere l'on. Alberto Castoldi e di avere in dono da lui parecchi campioni di anglesite verde, che egli mi permise di scegliere a mio piacimento fra i minerali della miniera di Montevecchio da lui diretta. Di questa e delle molte altre gentilezze da lui usatemi in quella occasione, sento il dovere di ringraziarlo qui sentitamente.

Trovandomi in possesso di una certa quantità di materiale adatto, volli fare qualche osservazione per ricercare a quale causa l'anglesite debba questa colorazione, se non rarissima, pure non troppo comune. Infatti, oltre che a Montevecchio, in poche altre miniere di Sardegna, si è trovata anglesite verde: così la bellissima collezione Basso-Arnoux, ora appartenente al Museo Mineralogico della R. Università di Roma, ne comprende altresì di proveniente dalle miniere di Malacalzetta (Iglesias), Nieddoris (Fluminimaggiore), Reigraxius (Marganai) e Gennamari (Arbus). Fra le località estere si conoscono anglesiti verdi del Laurion.

I cristalli di anglesite da me esaminati non sono tutti ugualmente verdi, ma passano invece per tutte le gradazioni di questo colore; ve ne sono di quelli verde-bottiglia piuttosto cupo, molti sono di un bel verde-smeraldo e da questi si passa a quelli di color verdino-chiaro, pure molto abbondanti, e ad altri infine quasi incolori. Spesso i cristalli di dimensioni più grandi, hanno una parte più intensamente colorata ed un'altra meno; il che dimostra che la sostanza che dà la colorazione verde è del tutto acciden-

tale. Il Bornemann [1], parlando di vari minerali della miniera di Gennamari, cita anche fra gli altri l'anglesite verde occupandosi di spiegare tale colorazione e, per il fatto di trovarla in paragenesi con minerali di rame, esprime l'opinione che essa debba il suo colore a tenui quantità di un sale di questo metallo, senza dare nessuna prova diretta in conferma della sua asserzione. Aggiunge poi, a titolo di osservazione, che la presenza di minime quantità di solfato di rame disturba il perfetto assetto cristallino del solfato di piombo, di modo che i cristalli di anglesite verde sono mal formati e poveri di forme, presentando distinto il solo doma $\frac{1}{2}\bar{P}m$ (102): ed è questa un'opinione che ho sentito ripetere, ma che non ha conferma nel fatto, come mi riuscirà di dimostrare in seguito.

Nel cercare di risolvere per mio conto tale questione, ho voluto anzitutto ricercare con saggi chimici molto accurati, la presenza del rame e perciò, raccolti molti cristallini e frammenti di cristalli più grandi scelti fra i più intensamente colorati, ho fuso il minerale ridotto a finissima polvere in un crogiuolo di porcellana insieme con bicarbonato di sodio: ho trattata la massa fusa con acido cloridrico e precipitato il piombo con acido solforico e alcool ed ho serbato il liquido filtrato per le ricerche qualitative. In tal modo non mi fu dato di constatare la presenza del rame neanche con i reattivi più sensibili e, sebbene mi si possa obbiettare che ciò non esclude in modo assoluto la ipotesi di Bornemann, perchè tenui quantità di un elemento, che sfuggono a qualsiasi ricerca, possono colorare anche intensamente un minerale, pur tuttavia tale risultato negativo per il rame permette di passare ad esaminare qualche altra ipotesi.

Si potrebbe pensare ad una disseminazione dentro l'anglesite di un altro minerale di color verde e precisamente di piromorfite, che si trova a Gennamari in paragenesi con

---

[1] Bollettino dell'Associazione Mineraria Sarda 1898, III, fasc. 2°, pag. 6.

anglesite verde, wulfenite, cerussite, ecc. (1), ma, oltrechè una sezione sottile osservata al microscopio con forte ingrandimento mostrò perfettamente omogeneo l'interno dei cristalli di anglesite, anche saggi chimici mi dimostrarono l'assenza di benchè minime quantità di acido fosforico.

Ma il fatto, secondo me, più importante nei campioni di anglesite verde di Montevecchio, è la matrice sulla quale sono impiantati i cristalli, tanto diversa da quella delle anglesiti incolore o altrimenti colorate. Mentre gli splendidi cristalli incolori di Monteponi e di altre miniere si trovano nelle druse della galena pura a struttura granulare, i cristalli verdi invece di Montevecchio sono sopra una ganga speciale mista di galena, pirite e limonite; molti cristalli anzi sono imbrattati superficialmente di limonite, che si addentra anche in alcune corrosioni che essi presentano alla loro superficie. Inoltre è degno di nota il fatto che anche a Montevecchio si trovano cristalli di anglesite incolora o grigiastra e questi sono impiantati sopra la galena pura, non commista a minerali di ferro. Dal complesso di queste osservazioni risulta quindi, che esiste una costante paragenesi fra minerali di ferro e i cristalli di anglesite verde, il che permette di supporre che la presenza di un sale di ferro non sia estranea a questa colorazione. Ed infatti i saggi chimici, eseguiti nel modo sopra descritto su di una quantità relativamente abbondante (2 grammi circa) di materiale puro accuratamente scelto, rivelano la presenza di traccie di ferro, ed è quindi probabile che il solfato di piombo debba la sua colorazione verde più o meno intensa ad una quantità maggiore o minore, ma sempre assai piccola, dì solfato ferroso.

Ho detto più sopra, che il Bornemann asserisce che i cristalli di anglesite verde sono sempre mal formati presentando distinto il solo doma $\frac{1}{2}\bar{P}m$: ora dalle mie osservazioni ciò non risulta esatto. È bensì vero che i cristalli di

---

(1) Bornemann, loc. cit.

Pelloux A. *Wulfenite di Gennamari in Sardegna.* Rend. Acc. Lincei, ser. 5ª, vol. IX, 1900.

anglesite verde di Montevecchio sono ben lungi dal presentare la ricchezza e la perfezione di facce di quelli incolori o altrimenti colorati, pur tuttavia mi fu dato di osservare in essi un discreto numero di forme.

E poichè l'anglesite di Sardegna attende ancora quella monografia completa che si merita e che Quintino Sella aveva incominciata e ci avrebbe certamente data, se le vicende della sua vita politica dapprima e poi la sua morte, non avessero interrotto il suo lavoro, reputo non inutile aggiungere qui qualche osservazione al materiale che, sempre frammentariamente si è venuto accumulando in questi anni intorno a questo argomento ([1]).

Le forme da me osservate nell'anglesite verde di Monvecchio sono le seguenti:

{100} {010}
{110} {120} {130}
{102}
{011}
{111} {122} {132} {133} {135}* {324}

La maggior parte di queste forme sono comunissime in tutte le anglesiti di Sardegna: solo le tre piramidi {132} {133} {135} non sono citate dal Sella. La piramide {132} (Levy) è abbastanza rara per l'anglesite in generale: quella di simbolo {135} mi risulterebbe nuova del tutto.

L'abito dei cristalli è sempre il prismatico allungato

---

([1]) Vedi: Q. SELLA. *Delle forme cristalline dell'anglesite di Sardegna.* Atti R. Acc. Lincei, Ser. 3ª, Trans. Vol. III. 1879 (150-158).

RIVA C. *Sopra alcuni minerali di Nebida.* Rend. Acc. Lincei. Ser. 5ª, Vol. VI, 1897.

RIVA C. *Sopra la formazione diabasica e sopra alcuni minerali di Rosas nel Sulcis (Sardegna).* Rend. R. Istit. Lomb. ecc. Ser. 2ª, Vol. XXXII, 1899.

MILLOSEVICH F. *Zolfo ed altri minerali della miniera di Malfidano presso Buggerru (Sardegna).* Rend. Acc. Lincei. Ser. 5ª, Vol. VII, 1898 (249-254).

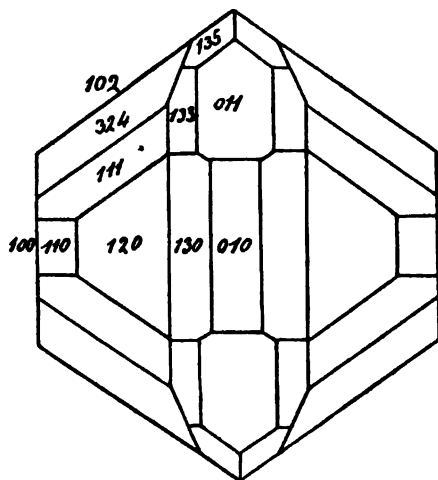
MILLOSEVICH F. *Minerali e pseudomorfosi della miniera di Malfidano (Sardegna).* Rend. Acc. Lincei. Ser. 5ª, Vol. IX, 1900 (153-159).

secondo il macroasse con predominanza assoluta in tutte le combinazioni del macrodoma {102}.

Nei cristalli distintamente terminati si osservano le seguenti combinazioni più importanti:

1ª {102} {011} {110} {120} {111} {324} abbastanza comune. Le forme {102} e {011} presentano facce sviluppate e lucenti; le rimanenti hanno facce piccole e imperfette.

2ª {102} {011} {110} {122} {132} osservata una sola volta in un grosso cristallo di color verde bottiglia intenso. Anche qui ha il predominio assoluto il macrodoma di simbolo {102}.

3ª {100} {010} {102} {011} {110} {120} {130} {111} {324} {133} {135} che è la combinazione più ricca osservata in un gruppo di cristalli di un bel verde smeraldo di dimensioni piuttosto piccole, ma con faccettine brillanti (vedi fig.).

Le forme predominanti sono {100} e {102} e subordinatamente il prisma {120} e il brachidoma {011}. Delle piramidi sono ben sviluppate le due di simbolo {111} e {324}; le altre forme hanno faccettine piccolissime.

La forma {135} sarebbe nuova; il suo simbolo fu calco-

lato per mezzo delle zone [(130) : (133)] e [(011) : (102)] in cui essa giace. Una misura poco esatta data la piccolezza delle facce diede il seguente risultato:

Angolo (130) : (135) = misur. 49°20' calc. 49°57'.

Credo di dover dare con riserva questa nuova forma, perchè osservata una sola volta e perchè non permise esatte misure, benchè il fatto di trovarla in due zone basti per identificarla abbastanza sicuramente.

Sarebbe forse utile eseguire una serie di misure esattissime per calcolare le costanti dell'anglesite verde e vedere, se, e in quanto, differiscano da quelle dell'anglesite ordinaria; ma per far ciò, sarebbe stato necessario un materiale più perfetto di quello che ebbi a mia disposizione: nè credo che tale materiale si possa facilmente trovare fra i cristalli di anglesite verde. Infatti, benchè essi presentino un discreto numero di forme, e quindi anche una discreta ricchezza di facce, pur tuttavia molte di queste sono imperfette e mal formate, come se realmente la sostanza, che ha inquinato i cristalli colorandoli diversamente, abbia influito ad impedire o a disturbare le forze cristallogeniche per lo meno in certe determinate direzioni.

*Benevento 1° Luglio 1903.*

---

E. Billows

# Ricerche cristallografiche comparative su alcuni composti organici.

L'egregio Prof. Bruni, che da non poco tempo si occupa di interessanti ricerche crioscopiche sulle soluzioni solide in rapporto all'isomorfismo (1), mi ha mandato recentemente da Bologna una serie di sette composti organici: *p. azotoluolo*, *p. idrazotoluolo*, *tetrametilstilbene, exametilstilbene*, *α-dinaftostilbene, p.p. dimetilstilbene, p.p. dimetildibenzile*, perchè ricercassi se dal punto di vista cristallografico vi fosse alcunchè in relazione coi risultati delle sue ricerche d'indole chimica.

Di questi il solo *p. azotoluolo* è stato studiato, sebbene incompletamente, dal Zepharovich (2).

Non ostante la difficile cristallizzazione che mi ha fatto impiegare assai lungo tempo per favorirne le condizioni più opportune, ho potuto ricavare sulle prime cinque sostanze dei dati abbastanza precisi di confronto, e limitarmi a constatare soltanto con l'esame ottico al microscopio delle relazioni a base di semplici indizî riguardo alle ultime due, che, qualunque tentativo io facessi, non si depositavano che in squame o in sottilissime lamine grandi e contorte e inomogeneamente sovrapposte dalle loro soluzioni.

Di notevole ho potuto così constatare un isomorfismo

(1) Vedi *Ahrens' Sammlung chemischer und chemisch technischer Vortrage*. Stuttgart. F. Enke. Band VI, Heft 12: Ueber feste Lösungen von G. Bruni. Cfr. anche il sunto in italiano fatto dal medesimo Autore nella *Rivista di Min. e Crist. it.* Vol. XXIX (1902) p. 3.

(2) Vedi Zepharovich. Die Krystallformen einiger organischer Verbindungen. *Zeitschrift f. Kryst. und Min.* Bd. XV (1889) p. 213.

marcatissimo tanto geometrico quanto fisico tra il *p. azotoluolo* e il *p. idrazotoluolo,* che non differiscono fra di loro che di 2H, analogo all'isomorfismo che avevo tempo addietro riscontrato fra l'acenaftene e l'acenaftilene (1).

Del *p. azotoluolo* il ZEPHAROVICH non dà che poche misure goniometriche (quattro per ogni angolo) della zona [010], e gli angoli piani del contorno e le proprietà ottiche dei cristalli microscopici ottenuti da soluzione in acido acetico glaciale, appiattiti secondo (100), e non dà quindi nè il rapporto di tutti i tre parametri, nè l'effigie, come fortunatamente sono riuscito a fare io su cristalli meglio sviluppati ottenuti da soluzione in miscuglio d'alcool ed etere.

Dall'esame ottico delle sottili lamine e dei cristalli microscopici delle due ultime sostanze mi è risultato sussistere indizî sicuri di isomorfismo fra queste e le due precedenti, e il dimorfismo del *p.p. dimetildibenzile.*

Cosicchè il *p. azotoluolo,* il *p.p. dimetilstilbene* e il *p.p. dimetildibenzile* sarebbero fra loro isomorfi precisamente come lo sono gli omologhi superiori azobenzolo, stilbene e dibenzile di cui insieme al tolano il Prof. BOERIS (2) fece, or è poco, un egregio studio cristallografico.

Non solo, ma dall'esistenza dell'isomorfismo fra il *p. azotoluolo* e il *p. idrazotoluolo,* credo di poter concludere per analogia che dovrebbe esistere un analogo isomorfismo fra i loro rispettivi omologhi *azobenzolo* e *idrazobenzolo,* di cui il BRUNI non ha potuto constatare formazione di cristalli misti, e di cui il secondo è troppo instabile per prestarsi a misure cristallografiche.

Tra il *tetrametil-* e l'*exametilstilbene* non ho trovato esistere alcuna relazione assai spiccata all'infuori di un mor-

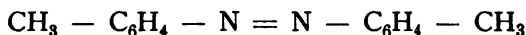
(1) Vedi le mie pubblicazioni: Su un rimarchevole isomorfismo morfologico e fisico fra le sostanze Acenaftene e Acenaftilene. *Rivista di Min. e Crist. it.* Vol. XXVI (1901) p. 5, e: Ulteriori schiarimenti sulle proprietà ottiche delle sostanze Acenaftene $C_{10}H_6$ ($H_2C$ . $CH_2$) e Acenaftilene $C_{10}H_6$ (HC . CH), etc. Ibidem vol. XXIX (1903).

(2) Vedi BOERIS. Sopra una rimarchevole somiglianza di forma cristallina fra composti organici. *Rivista di Min. e Crist. it.* Vol. XXVI (1901) p. 65.

fotropismo poco accentuato, cosa da aspettarsi, perchè gli omologhi non hanno, in generale, analogie notevoli di forme cristalline, nè formano soluzioni solide.

Infine ho constatato la probabile esistenza di un dimorfismo dell' *α-dinaftostilbene,* che non mi dimostra analogia cristallografica alcuna con nessuna delle rimanenti sostanze.

### *p.* **Azotoluolo**

$$CH_3 - C_6H_4 - N = N - C_6H_4 - CH_3$$

Punto di fusione: 143°.

*Sistema cristallino:* monoclino; classe olosimmetrica $\alpha_6$ (1).

*Costanti:*

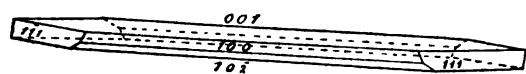
$$a : b : c = 0{,}56869 : 1 : 1{,}71053$$
$$\beta = 89°.44'$$

*Forme osservate:* (100), (001), (111), ($\bar{1}$02)

*Combinazioni:* (100)(001)(111) ; (100)(001)(111)($\bar{1}$02).

| Angoli | MISURATI | | | Calcolati | D. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Limiti | N | Medie | | |
| 100 : 001 | 89.°25' — 89.°48' | 16 | 89.°44' | * | — |
| 001 : $\bar{1}$02 | 55. 53 — 56. 30 | 2 | 56. 11 1/2 | 56.°34' | — 0°.22 1/2' |
| $\bar{1}$02 : $\bar{1}$00 | 33. 41 — 34. 6 | 4 | 34. 2 | 33. 42 | + 0.20 |
| 100 : 111 | 33. 15 — 33. 25 | 2 | 33. 20 | * | — |
| 001 : 111 | 73. 38 — 73. 43 | 4 | 73. 40 | * | — |

(1) Per la notazione della classe di simmetria ho seguito quanto espone il Prof. PANEBIANCO nella Memoria: Su d'una simboleggiatura semplice delle classi e dei sistemi cristallini. *Riv. di Min. e Crist. it.* Vol. XXVIII (1903) p. 13.

I migliori cristalli, appena discretamente misurabili al goniometro, potei solo ottenerli per evaporazione molto rallentata di una soluzione un pochino diluita in miscuglio di alcool e etere solforico. La soluzione un po' concentrata in etere non mi dava che aggruppamenti raggiati di cristallini piccoli allungati e a terminazioni affusolate. Ho misurato tre soli cristalli ottenendo valori abbastanza attendibili. Tutti sono allungati nel senso dell'asse cristallografico *b* e schiacciati secondo la pinacoide (001). Sono lunghi nel senso del suddetto asse fino a un centimetro circa e larghi un millimetro. La forma predominante è la (001). Le facce delle altre forme sono tutte strettissime. Quelle della (111) sono quasi sempre tutte presenti e dànno modo di fare al goniometro delle misure soddisfacenti.

Il ZEPHAROVICH [1] nei suoi cristalli ricavati da soluzione in acido acetico glaciale non dà che i valori angolari della sola zona [010] come risultati di buone misure al goniometro, dai quali risultano le costanti

$$a : c = 1{,}6116 : 1$$
$$\beta = 89.^{\circ}15'$$

Le costanti da me ricavate diverrebbero secondo il ZEPHAROVICH che chiama con $\bar{1}01$ la faccia da me chiamata con $\bar{1}02$:

$$c : a = 1{,}50392 : 1$$
$$\beta = 89.^{\circ}44'$$

Evidentemente i cristalli studiati dallo ZEPHAROVICH erano appiattiti secondo (100) che egli prese per (001) chiamando invece con (001) la mia (100), come risulta dai valori degli angoli piani dei loro contorni che si avvicinano a quelli da me misurati per l' idrazotoluolo.

Sfaldatura non osservata.

Cristalli di color rosso giallastro abbastanza vivace; giallo rossastro chiaro al microscopio. Al microscopio i

---

[1] *Zeitschrift für Kryst. und Mineralogie.* Vol. 15, (1899), p. 213.

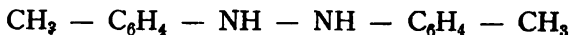
cristalli mostrano un contorno che, come vedremo, si discosta da quello dei cristalli isomorfi del p. idrazotoluolo, che sono invece schiacciati secondo la pinacoide (100). Difatti ho misurato [010] : [1$\bar{1}$0] = 127.° ca., [1$\bar{1}$0] : [110] = 104.°50' ca.; [110] : [010] = 128.°20' ca. Cristalli allungati secondo [010]. Segno ottico dell'allungamento: ***negativo.***

Estinzione parallela all'allungamento.

Su 001 vedesi emergere un apice d'iperbole inclinato di circa 24° (misura fatta con l'oculare di CZAPSKY) rispetto al centro del campo visivo. Il piano degli assi ottici è perpendicolare a [010]. Figura d'interferenza a luce bianca a colori molto vivaci e ad anelli larghi. Dispersione inclinata: $\rho > \nu$. La convessità del ramo d'iperbole visibile è rivolta verso lo spigolo [001 : 100]. $Bx_1$ ***negativa.***

Il dicroismo non si osserva.

## *p.* **Idrazotoluolo**

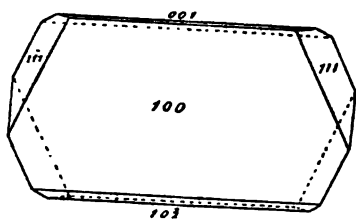
$$CH_3 - C_6H_4 - NH - NH - C_6H_4 - CH_3$$

Punto di fusione: 128°.

*Sistema cristallino:* monoclino; classe olosimmetrica $\alpha_6$.

*Costanti:*

$$a : b : c = 0{,}62789 : 1 : 2{,}02865$$
$$\beta = 89.°49'.$$

*Forme osservate:* (100), (001), (111), ($\bar{1}$02).
*Combinazione:* (100)(001)(111)($\bar{1}$02).

| Angoli | MISURATI | | | Calcolati | D. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Limiti | N | Medie | | |
| 100 : 001 | 89.°25′ — 89.°53′ | 12 | 89.°49′ | * | — |
| 001 : $\bar{1}$02 | 57. 40 — 58. 10 | 4 | 58. 2 | 58.°22′ | — 0.°20′ |
| $\bar{1}$02 : $\bar{1}$00 | 31. 45 — 32. 0 | 9 | 31. 51 ½ | 31. 49 | + 0.°1 ½ |
| 100 : 111 | 34. 50 — 35. 8 | 8 | 34. 58 | * | — |
| 001 : 111 | 74. 50 — 75. 20 | 4 | 75. 10 | * | — |
| 111 : $\bar{1}$1$\bar{1}$ | 118. 15 — 118. 25 | 2 | 118. 20 | 118. 9 ½ | + 0.°10 ½ |

I migliori cristalli potei ricavarli da una soluzione un pochino diluita in miscuglio di alcool e etere, lasciata evaporare lentissimamente. Sono alquanto più sviluppati di quelli della precedente sostanza e quindi più suscettibili di dare misure attendibili al goniometro. Sono tutti allungati nel senso dell'asse di simmetria cristallografica, ma a differenza di quelli del p. azotoluolo sono schiacciati secondo la pinacoide (100) ed hanno un abito marcatamente tabulare poichè per lo più sono lunghi da 2 a 5 mm. e larghi da 1 a 3 mm. La forma predominante è naturalmente la (100) con facce non bene pianeggianti ma abbastanza lucenti. Subordinata è la forma (001) a facce brillantissime e sempre presenti; strettissima ma abbastanza brillante è la ($\bar{1}$02) di cui è presente di solito una sola faccia. Le faccie del prisma (111) sono quasi sempre tutte presenti, però invece di essere pianeggianti sono leggerissimamente convesse.

Sfaldatura non osservata.

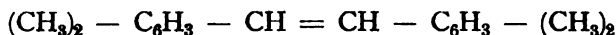
Cristalli di color rosso giallastro un po' più cupo di quello dei cristalli dell' isomorfo p. azotoluolo. Al microscopio mostrano un contorno pseudoesagonale. Ho misurato infatti: [010] : [0$\bar{1}$1] = 112.° ca., [0$\bar{1}$1] : [011] = 120.° $^1/_2$ ca.; [011] : [010] = 128.° ca. Questi valori si avvicinano appunto a quelli degli angoli fra gli spigoli di contorno della faccia 100, come ci si può convincere misurando direttamente sull' effigie.

La direzione dell'allungamento è otticamente ***negativa***. L'estinzione è esattamente parallela all' allungamento.

Su 100 vedesi emergere un apice d'iperbole inclinato rispetto al centro del campo di ca. 27° (misura fatta con l'oculare di CZAPSKY). Il piano degli assi ottici è perpendicolare a [010]. La convessità del ramo d'iperbole è rivolta verso lo spigolo [100 : 001].

Il dicroismo va dal rosso aranciato secondo $\mathfrak{b}$ al giallo canario secondo $\mathfrak{a}$.

## Tetrametilstilbene

$$(CH_3)_2 - C_6H_3 - CH = CH - C_6H_3 - (CH_3)_2$$

Punto di fusione: 157°.

*Sistema cristallino:* monoclino; classe merosimmetrica $\iota_6$.

*Costanti:*

$$a : b : c = 1{,}19130 : 1 : 0{,}53275$$

$$\beta = 73.°25\ ^1/_2{}'.$$

*Forme osservate:* (001)', (101)', (110)', (320), (321).

*Combinazioni:* (001)'(110)' ; (110)'(101)'(320)(321).

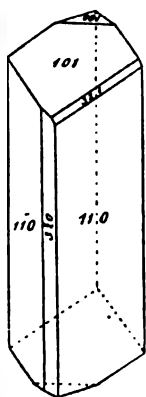
| Angoli | MISURATI | | | Calcolati | D. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Limiti | N | Medie | | |
| 110 : 1$\bar{1}$0 | 97.°30′ — 97.°41′ | 8 | 97.°34 1/2′ | * | — |
| 110 : 001 | 78. 50 — 79. 20 | 2 | 79. 5 | 79.°10′ | — 0.°5′ |
| 110 : 101 | 66. 32 — 66. 54 | 8 | 66. 25 | * | — |
| 110 : 320 | 11. 35 — 11. 53 | 3 | 11. 45 | 11. 30 1/2 | + 0.14 1/2 |
| 00$\bar{1}$ : 320 | 102. 45 — 103. 9 | 2 | 102. 57 | 103. 7 | — 0.10 |
| 101 : 320 | 60. 47 — 61. 5 | 2 | 60. 56 | 61. 6 | + 0.10 |
| 110 : 321 | 30. 55 — 31. 5 | 2 | 31. 0 | * | — |

Di questa sostanza non ho potuto misurare che due soli cristallini estremamente piccoli ottenuti da soluzione in etere di petrolio che offrivano le due combinazioni di forme succitate.

Le forme predominanti sono (110)′ in entrambi, e (001)′ in uno e (101)′ nell'altro. Subordinate ma offrenti buon nitore le facce delle forme (320) e (321), di ognuna delle quali non è presente che una sola faccia come fa vedere fedelmente la qui unita effigie che riproduce l'abito caratteristico dei detti cristalli, che li fa prendere a prima vista per cristalli triclini.

Sfaldatura non osservata.

Cristalli trasparenti e di color bianco-giallastro.

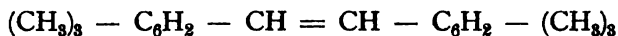
Sopra un cristallo molto appiattito secondo (110)′ osservai la figura d'interferenza a dispersione inclinata, col piano degli assi ottici parallelo allo spigolo [001] secondo cui il cristallo è allungato e fortemente inclinato rispetto al

piano 110 su cui è posato. 2 $E^a$ = 24° ca, misurato approssimativamente con l'oculare di CZAPSKY, a luce bianca.

Una delle direzioni d'estinzione fa un angolo piccolissimo con [001].

La direzione d'allungamento [001] è otticamente negativa. $Bx_a$ *positiva*, $\rho < \nu$.

Fatto un preparato microscopico da soluzione in alcool vi osservai delle forme parallelogrammiche ad angoli di 54° e di 83° circa da me misurati col tavolino-goniometro del microscopio. Le prime corrispondevano a cristalli allungati secondo [001] e appiattiti secondo (110)'. Alle estremità si vedevano le terminazioni pinacoidali a piano inclinato.

Le altre corrispondevano invece a cristalli appiattiti secondo 001 o 101. Difatti in queste le direzioni d'estinzione erano parallela e normale alla bisettrice dell'angolo di 83°, che è l'angolo vero approssimativamente tra le facce 110 e $1\bar{1}0$, emergeva un apice d'iperbole con anelli concentrici colorati e col piano degli assi ottici parallelo alla detta bisettrice e normale al piano d'emergenza, e la $Bx_o$ mi risultava ***negativa.***

### Exametilstilbene

$$(CH_3)_3 - C_6H_2 - CH = CH - C_6H_2 - (CH_3)_3$$

Punto di fusione: 161°.

*Sistema cristallino:* monoclino; classe olosimmetrica $\alpha_6$.

*Costanti:*

$$a : b : c = 4{,}44542 : 1 : 3{,}85503$$
$$\beta = 67°.15'.$$

*Forme osservate:* (100), (001), (110), $(\bar{2}01)$, *o*.

*Combinazioni:* (100)(110)(001); (100)(110)(001)$(\bar{2}01$; (100)(110)(001)$(\bar{2}01)$ *o*.

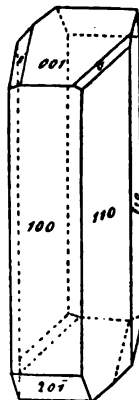
| Angoli | MISURATI | | | Calcolati | D. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Limiti | N | Medie | | |
| 100 : 110 | 75.°54′ — 76.°30′ | 8 | 76.°17 1/2′ | * | — |
| 100 : 001 | 67. 8 — 67. 25 | 6 | 67. 15 | * | — |
| 110 : 001 | 84. 20 — 84. 42 | 21 | 84. 27 | 84.°44 1/2 | —0.°17 1/2′ |
| 001 : $\bar{2}01$ | 78. 10 — 78. 32 | 3 | 78. 22 | * | — |
| 110 : o | 68. 17 — 68. 27 | 6 | 68. 21 | 68.°17′ | + 0.°4′ |
| 110 : $\bar{2}01$ | 101. 15 — 101. 25 | 2 | 101. 20 | 101. 17 | + 0. 3 |

Questa sostanza è quella che cristallizza assai meno difficilmente di tutte.

Ottenni moltissimi individui piccolissimi ma suscettibili di misure goniometriche più che discrete.

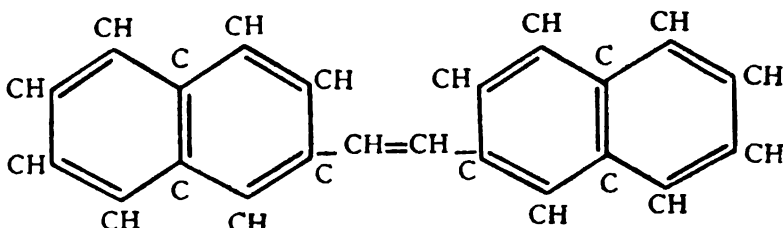
L'abito caratteristico è quello qui da me effigiato. Cristalli allungati secondo [001]. Hanno un grande predominio le facce della forma (110) tutte presenti quasi equidimensionali e ben pianeggianti e nitide. Subordinate le facce di (100) sempre presenti ed egualmente nitide e pianeggianti. Le facce di (001) e di ($\bar{2}01$) si presentano ad una sola estremità e sono in rapporto di area di circa 2:1. Nel complesso hanno un aspetto abbastanza regolare che li fa prendere di già a prima vista per individui monoclini.

La forma *o* non è sempre presente e generalmente offre una sola faccia abbastanza piana e nitida. Per utilità di calcolo dò ad essa il simbolo (1.1.12).

Sfaldatura non osservata.

I cristalli sono traslucidi e di color bianco tendente all'azzurro.

Un cristallo posato con 100 sul vetrino porta-oggetti mostra estinzione parallela all'allungamento. Emerge a luce bianca un apice d'iperbole con anelli colorati, e convessità rivolta verso lo spigolo [100 : 00$\bar{1}$]. Piano degli assi ottici perpendicolare a 100. Dispersione inclinata: $\rho < \upsilon$. $Bx_1$ *positiva*. Segno di [001] negativo. Sopra un cristallo posato su 110 una direzione d'estinzione forma ca. 23° con [001] da + *c* verso + *a*.

In preparati microscopici ottenuti da soluzione in alcool ottenni forme romboidali evidentemente di cristalli appiattiti secondo 110 ad angolo vero di 111° ca. tra [100] e [001]. Allungamento negativo. Estinzione da 23° a 25° con [001] nell'angolo di 111°.

Lo stesso presso a poco ho osservato in preparati dal benzolo. In qualche cristallo posato secondo 100 ho osservato anche qui l'emergenza d'un apice d'iperbole col segno positivo della $Bx_a$.

### α - Dinaftostilbene

Punto di fusione: 161°.

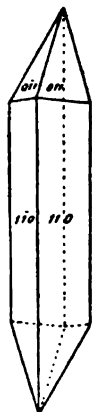
*Sistema cristallino:* monoclino; classe olosimmetrica $\alpha_6$.

*Costanti:*

$$a : b : c = 1{,}47182 : 1 : 1{,}28301$$
$$\beta = 49^\circ.56'.$$

*Forme osservate:* (110), (011).

*Combinazione:* (110)(011).

| Angoli | MISURATI | | | Calcolati | D. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Limiti | N | Medie | | |
| 110 : $1\bar{1}0$ | 96.°28′ — 96.°50′ | 14 | 96.°48′ | * | — |
| 011 : $0\bar{1}1$ | 88. 56 — 88. 58 | 4 | 88. 57 | * | — |
| 110 : 011 | 33. 30 — 34. 10 | 10 | 34. 1 | * | — |
| 011 : $\bar{1}10$ | 76. 49 — 77. 12 | 8 | 77. 0 | 77.°21′ | — 0.°21′ |

Da una soluzione non concentrata in etere a freddo fatta evaporare lentissimamente ebbi in mezzo a grumi di sostanza gialla pulverulenta, dei cristallini estremamente piccoli offrenti unicamente l'abito qui effigiato e aggruppati elegantemente a ramoscelli dendritici ad angoli misurati al microscopio di 20°.40′ e di 33°.40′, ed anche a triangoli i cui angoli ho misurato in 50°.30′, 55°.30′ e 74°.30′.

Gli individui cristallini sono prevalentemente allungati secondo [001] e non offrono che le facce dei due prismi (110) e (011) generalmente tutte presenti. Sono tutte di buon nitore; quelle di (110) sono piuttosto piane, mentre quelle di (011) sono assai leggermente convesse.

Da una soluzione non concentrata in alcool ed etere a freddo posta a lentissima evaporazione ebbi i soliti grumi gialli di sostanza pulverulenta e formazione di lamine larghe trasparenti ma così sottili da non prestarsi alle osservazioni ottiche al microscopio. Credo che la formazione di tali lamine sia da attribuirsi a dimorfismo della sostanza.

Sfaldatura non osservata.

I cristalli da me studiati sono trasparenti e di color giallo citrino.

Su cristalli posati con 110 sul porta-oggetti ho misurato approssimativamente al microscopio

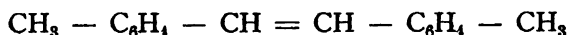
$$[100] : [001] = 130^{\circ}.20' \text{ ca. e } [001] : [\bar{1}1\bar{1}] = 78^{\circ} \text{ ca.}$$

Una direzione d'estinzione forma su 110 con $+c$ l'angolo dl 31 $^{1}/_{2}{}^{\circ}$ ca. verso $-a$.

L'allungamento secondo [001] ha segno ottico positivo. Emerge un apice di iperbole con anelli strettissimi.

Dicroismo non osservabile.

### *p.p.* **Dimetilstilbene**

$$CH_3 - C_6H_4 - CH = CH - C_6H_4 - CH_3$$

Punto di fusione: 176° — 177° secondo Goldschmidt e Hepp.
» » » 179° secondo Auschütz e Wirtz.

Dalla soluzione diluita in acido acetico glaciale a lentissima evaporazione ottenni lamelle incolori grandi irregolarissime e sottili, per lo più sovrapposte e senza contorno definito.

Qui non ho potuto osservare che l'emergenza di un apice d'iperbole e il segno *positivo* della $Bx_o$. Il segno della $Bx_a$, cioè della direzione della traccia del piano degli assi ottici secondo cui ha luogo l'estinzione è *negativo*.

In un preparato microscopico ottenuto per soluzione molto diluita in alcool osservai la formazione di cristalli incolori embrionali per lo più in minutissime lamelle strettissime a terminazioni scheletriche. Più raramente osservai anche delle lamelle più larghe pure a terminazioni scheletriche in maniera da simulare quasi una clepsidra.

Estinzione nettissima esattamente parallela all'allungamento. Qualche rara lamella mostrava contorno regolare pseudoesagonale con estinzione parallela esattamente alla direzione più lunga delle medesime.

Causa l'estrema sottigliezza dei cristalli non potei fare altre osservazioni ottiche.

In preparati dal benzolo ottenuti per soluzione diluitissima ebbi sempre cristallizzazione scheletrica a squame di ali di farfalla. Non potei osservare nulla di definito.

*p. p.* **Dimetildibenzile**

$$CH_3 - C_6H_4 - CH_2 - CH_2 - C_6H_4 - CH_3$$

Punto di fusione: 123°.

Da una soluzione diluita in alcool per lenta evaporazione ottenni lamine grandi sottilissime contorte e inomogeneamente sovrapposte. In qualche rara lamina semplice potei fare osservazioni ottiche abbastanza regolari.

Osservai così estinzione parallela all'allungamento delle lamine, che ha segno ottico negativo. Lamine biassiche. Emerge un apice d'iperbole, inclinata di circa 27° rispetto al centro del campo visivo.

Il segno della bisettrice dell'angolo degli assi ottici è *positivo*. Piano degli assi ottici parallelo alla direzione di estinzione secondo l'allungamento delle lamelle.

Qualche altra lamella mi presentava invece a luce bianca convergente la figura d'interferenza ad anelli colorati e croce nera propria delle sostanze uniassiche. Segno dell'asse ottico *negativo*.

In preparati microscopici da soluzione diluita in alcool ottenni cristallizzazione embrionale a forma di squamette di ali di farfalla. Agli orli si separavano dei cristallini a contorno ben definito di esagono regolare costantemente estinti a nicol incrociati. A luce bianca convergente mostravasi nettamente la figura d'interferenza uniassica ad anelli circolari concentrici colorati e croce nera. Segno dell'asse ottico *negativo*.

Nel centro del preparato si avevano alcune poche lamelle allungate ad estinzione esattamente parallela all'allungamento che ha segno ottico negativo.

In un preparato microscopico da soluzione diluitissima in benzolo osservai pure cristallizzazione scheletrica, a disposizione assai più svariata. Parte a ventaglio, parte a squamette di ali di farfalla, parte a squame di pesce e una parte infine era individualizzata in cristallini strettissimi allungati a terminazioni affusolate e ad estinzione esattamente parallela all'allungamento, che si risolvevano solo a fortissimo ingrandimento. Erano fra loro fittamente riuniti

in tutte le direzioni quasi a formare una specie di feltro. Qui osservai emergere a quasi eguale inclinazione come nella precedente sostanza un apice d' iperbole.

In conclusione tanto per questa che per la precedente sostanza riuscii ad osservare un comportamento ottico quasi analogo a quello del *p. azotoluolo* e del *p. idrazotoluolo*, per cui ritengo che queste quattro sostanze siano isomorfe.

Non devo nemmeno lasciar passare inosservato il fatto che il *pp. dimetildibenzile* mi si è dimostrato dimorfo, avendo di esso osservato anche, come s' è visto sopra, dei cristalli romboedrici od esagonali.

*Dal Gabinetto di Mineralogia della R. Università di Padova, settembre 1903.*

---

## Fisica Cristallografica

*Le proprietà fisiche fondamentali dei cristalli* *di* W. Voigt.

È un elegante volume doppio dei manuali Hoepli ed è il primo manuale ben fatto in tutti i sensi che l' Hoepli pubblica di cose inerenti alla mineralogia e speriamo non sia l'ultimo.

La fedele ed intelligente traduzione è del prof. A. Sella di Roma, il quale nella prefazione dice che le difficoltà che il libro offre ai mineralisti ed ai fisici sono tali *che potrebbero essere superate con così piccolo sforzo.*

Il tenue prezzo di L. 3 poi invoglierà, senza dubbio, tutti i fisici e mineralisti a provvedersene, ancorchè abbiano l'originale tedesco: il traduttore fa notare *che alcune modificazioni e molte aggiunte al testo tedesco gli furono comunicate dall'autore.*

---

DOTT. ELENA DUSE

# Studio cristallografico sulle sostanze Paranitrobenzoatometilico e Parabromobenzoatometilico.

Il Professore *Bruni* di Bologna ha fatto degli studi sulle soluzioni solide di cui ho avuto a mia disposizione una memoria dal titolo « *Nuove ricerche sulle soluzioni solide e sull'Isomorfismo* » pubblicata nel 1903 — *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei* (Vol. XII).

Secondo una delle conclusioni generali (pag. III$^a$ della memoria) a cui il Prof. *Bruni* pervenne sulle diverse serie di sostanze in essa memoria studiate, il *Paranitrobenzoatometilico* sciolto nel *Parabromobenzoatometilico* darebbe formazioni di soluzione solida, caratterizzata da una anomalia assai spiccata. Dette sostanze il Prof. *Bruni* passò al Gabinetto di Mineralogia di questa R. Università di Padova, affinchè venisse eseguito lo studio cristallografico. L'Illustre Prof. *Panebianco* a me le porse quale soggetto per il mio lavoro di Laurea.

Consultando la letteratura cristallografica mi risulta che lo studio cristallografico su queste due sostanze non fu eseguito mai, per cui i risultati miei quì appresso riportati, dò come nuovi.

Secondo lo studio da me eseguito risulta che, conformemente alle relazioni chimiche trovate dal Prof. *Bruni,* le due sostanze offrono fra loro delle relazioni. Diffatti se chiamo $a_1$, $b_1$, $c_1$, e $\beta_1$ le costanti del *Paranitrobenzoatometilico* e $a_2$, $b_2$, $c_2$, $\beta_2$ quelle del *Parabromobenzoatometilico,* ottengo $a_1 = \frac{1}{2} a_2$ e $c_1 = \frac{2}{3} c_2$ approssimativamente, mentre approssimativamente $\beta_1 = \beta_2$.

Inoltre le sfaldature sono in ambedue le sostanze secondo (010) e (001).

## I.

### *Paranitrobenzoatometilico*

($C_6H_4NO_2COOCH_3$)

Questo composto che fonde a 96° è solubile in tutti gli ordinari solventi (alcool, etere, benzolo, etere acetico...). Ottenni buoni cristalli di questa sostanza, adoperando l'etere puro, per rallentata evaporazione della soluzione concentrata.

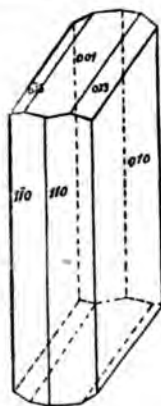
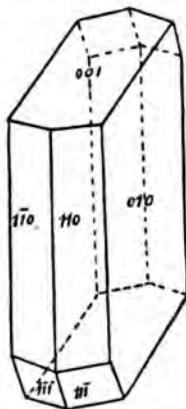
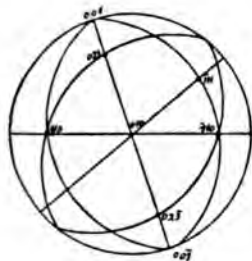
Sono cristalli della grossezza media di 2 a 3 mm. e della lunghezza che và fino a 5 mm. Sono di un colore giallo paglierino. Si alterano superficialmente all'aria appannandosi e debolmente oscurendosi.

*Sistema cristallino* : monoclino : classe $\alpha_6$.
*Forme osservate* 5 : (001), (010), (110), (023), ($\bar{1}$11).
*Combinazioni* 3
1.ª (001) (010) (110).
2.ª (001) ($\bar{1}$11) (110) (010) (023).
3.ª (001) (110) (010) (023).

*Costanti*

$$a : b : c = 0{,}397479 : 1 : 0{,}590528$$

$$\beta = 72^\circ.27'.48''.$$

| Angoli | Misurati (medie) | N | Calcolati |
|---|---|---|---|
| 001 : 110 | 73.°38′ | 16 | * |
| 001 : $\bar{1}\bar{1}0$ | 106.° 6′ | 13 | 106.°22′ |
| 001 : $\bar{1}11$ | 70.° 5′ | 5 | * |
| 001 : 023 | 20.°32′ | 4 | 20.°34 $^1/_2$′ |
| 010 : 110 | 69.°14 $^1/_2$′ | 29 | * |
| 010 : $\bar{1}11$ | 69.°30′ | 4 | 69.°41′ |
| $\bar{1}11$ : $\bar{1}\bar{1}0$ | 60.°10′ | 6 | 60.° 4′ |
| 023 : 010 | 69.° 8′ | 6 | 69.°25′ |
| 023 : $1\bar{1}0$ | 112.°51 $^1/_2$′ | 10 | 112.°52′ |
| 023 : 110 | 67.°15′ | 3 | 67.° 9′ |

L'abito prevalente degli individui cristallizzati è prismatico per predominio costante della (110); qualche indi-

viduo è tabulare secondo la (010), la quale è sempre presente e molto larga, bene nitida pianeggiante e dà immagini buone al goniometro *Babinet.*

Le facce della (110) non sono tutte equidimensionali, ma variano da strettissime a larghe come la pinacoide (010); però sono sempre bene diritte, talora alquanto scabre. La pinacoide base (001) è sempre presente, ma la 001 è alquanto tramoggiata, mentre invece la $00\bar{1}$ è discretamente piana: ad ogni modo il nitore datomi da ambo le facce, mi permise di fare misure attendibili. Le facce 023, $0\bar{2}3$ sono molto strette però bene piane, nitide: con esse coesistono le parallele. Colla loro assenza danno una maggiore espansione alla (001). In un solo esemplare riscontrai la forma $(\bar{1}11)$ con una sola faccia, la $\bar{1}11$, piccolissima e brillante. Nello stesso esemplare notai una faccia della (023), ma così incurvata e scabra da non permettermi d'eseguire misure attendibili. In complesso questi cristalli offrono un abito marcatamente *monoclino.*

La *sfaldatura* è distinta secondo la (001); meno facile secondo la (010). Sulla (010), una delle direzioni d'estinzione fà con la $\underline{+c}$ verso la $\underline{-a}$ nell'angolo 117°32'11", l'angolo di 14°23' (media di 12 misure).

Nella lamina di sfaldatura secondo 010 non mi apparve figura d'interferenza. Su d'una laminetta di sfaldatura, esilissima secondo 001 ho potuto osservare al microscopio a luce polarizzata convergente la figura d'interferenza in tera, e vi ho determinato per approssimazione l'angolo degli A. O apparente all'aria

$$2E_a = 38.^\circ 28'$$

*Piano degli assi ottici:* perpendicolare a 010.

*Segno ottico:* negativo; riconfermato rifacendo l'osservazione a luce parallela col cuneo di quarzo.

*Senso della dispersione:* $\rho > v$.

## II.

### *Parabromobenzoatometilico*

($C_6H_4BrCOOCH_3$)

Questo composto che fonde a 81°, è solubile negli stessi solventi che il precedente. Ottenni buoni cristalli completi dalla soluzione nell'etere puro. Sono cristalli della grossezza media di 1 mm., della lunghezza che và fino ai 3 mm. Sono trasparenti, ialini, incolori, che però diventano biancastri all'aria perchè perdono in parte la trasparenza.

*Sistema cristallino:* monoclino; classe $\alpha_6$.

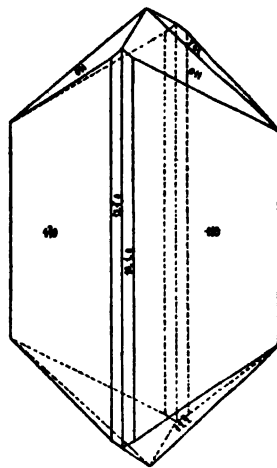
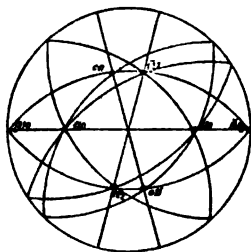
*Forme osservate* 5: (110) (13.1.0) (011) (010) ($\bar{1}$22).

*Combinazioni* 3:

1.ª (110) (13.1.0) (011) ($\bar{1}$22) (010).
2.ª (110) (13.1.0) (011) ($\bar{1}$22).
3.ª (110) (011).

*Costanti*

$$a : b : c = 0.73034 : 1 : 0.83783$$
$$\beta = 73°.45'.22''.$$

| Angoli | Misurati (medie) | N | Calcolati |
|---|---|---|---|
| 110 : 011 | 57.°26′ | 8 | * |
| 110 : $\bar{1}10$ | 109.°55 1/2′ | 6 | * |
| 011 : $0\bar{1}\bar{1}$ | 102.°22 1/2′ | 6 | * |
| $\bar{1}22$ : 011 | 25.°11 1/2′ | 11 | 25.°47′ |
| $\bar{1}22$ : $\bar{1}10$ | 56.°45′ | 9 | 56.°54′ |
| $\bar{1}22$ : $\bar{1}2\bar{2}$ | 101.°25′ | 6 | 101.°30′ |
| 110 : $\bar{1}22$ | 79.°45′ | 3 | 80.° 6′ |
| 13.1.0 : 110 | 31.°54′ | 8 | 32.° 2′ |

Abito prevalente prismatico (110). In nessun esemplare m'apparve la pinacoide base (001). In un solo cristallo con-

statai la presenza della (010) con una sola faccia, la 010, su cui posava nel fondo del cristallizzatore. Era questo un cristallo piuttosto grosso (ottenuto da soluzione in miscuglio d'etere ed alcool) di cui me ne servii per le osservazioni fisiche. Il prisma (13.1.0) esiste in tutti i cristalli tranne che negli aciculari. Le faccie di questo prisma sono la 13.1.0 strettissima e bene diritta; la $13.\bar{1}.0$ più larga ma leggermente appannata; la opposta $\overline{13}.\bar{1}.0$ quasi di eguale dimensione, ma bene nitida.

La forma terminale predominante che è la (011) presenta quattro faccie, due sopra e due opposte. Danno immagini alquanto buone, sebbene sbiadite, al goniometro *Babinet*. Altre facce terminali sono la $\bar{1}22$ e la $\bar{1}\bar{2}2$ e le opposte. La $\bar{1}22$ e la $12\bar{2}$ sono piccolissime da darmi immagini appena discernibili. Tuttavia potei eseguire misure soddisfacenti. Dei pochi cristalli aciculari, ne misurai al goniometro uno dalle facce prismatiche bene diritte e nitide, dalle facce terminali 011 e $0\bar{1}1$ e le opposte, equidimensionali piane e molto lucenti.

*Sfaldature* discretamente buone secondo la (010) e secondo la (001). Sulla 010 una delle direzioni d'estinzione fà con $\underline{+c}$ verso la $\underline{-a}$ nell'angolo di 112°, l'angolo di 6°20'. Sulla 010 non osservai alcuna figura d'interferenza. Osservai bensì lo spazzamento dei rami d'iperbole, i quali si riunivano in croce nelle note posizioni d'estinzioni della lamina. La figura d'interferenza completa, m'apparve (a luce bianca) su una laminetta di sfaldatura senza contorno delineato, molto sottile, secondo la 001 teoretica. Gli apici d'iperbole all'orlo erano del campo visivo del microscopio. Il piano degli A. O è, come nella I[a] sostanza, perpendicolare a 010.

*Segno ottico* della *bisettrice acuta:* negativo; eseguii l'esperienza anche a luce parallela.

*Senso della dispersione* $\rho > \nu$.

*Padova, dal Gabinetto di Mineralogia nella R. Università, Luglio 1903.*

DOTT. E. BILLOWS

## Studio cristallografico sui composti: Bromodinitromesitilene, 2(β) Nitro — 2(β) Cloro — e 2(β) Bromonaftalina.

Avendo avuto a mia disposizione i composti summenzionati, gentilmente inviatimi dal Prof. BRUNI da Bologna e al quale rendo qui i miei ringraziamenti, e, avendone consultata la letteratura con esito negativo, io ne intrapresi lo studio cristallografico, e dò in appresso i risultati del mio studio.

Sul *Bromodinitromesitilene* ho potuto fare uno studio cristallografico completo sotto tutti i rapporti, data la bontà dei cristalli di esso, che molto bene si prestano a tutte le osservazioni praticamente possibili.

Al contrario sugli altri tre composti mi son dovuto limitare a fare misure goniometriche su una sola zona dei cristalli del primo, e soltanto uno studio microcristallografico su quelli di questo e degli altri due. E questo studio microcristallografico ho cercato di farlo più completo che mi fosse possibile, onde cercare di rintracciarvi delle relazioni.

Ed infatti mi risultò con certezza che i tre composti cristallizzano in un medesimo sistema, cioè nel sistema trimetrico e mostrano inoltre una notevole similitudine di proprietà ottiche, ciò che dà un certo indizio di isomorfismo.

### Bromodinitromesitilene

$C_6 Br (NO_2)_2 (CH_3)_3$

Punto di fusione: 189° — 190° secondo FITTIG e STORER
194° » SÜSSENGUTH

*Sistema cristallino:* monoclino, classe olosimmetrica $\varkappa_6$
*Forme semplici osservate:* (100), (001), (10$\bar{1}$), (110), (010), (011)

*Combinazioni osservate:* 1ª (100)(001)(010)
2ª (100)(001)(10$\bar{1}$)(010)
3ª (100)(001)(110)(010)
4ª (100)(001)(10$\bar{1}$)(110)(010)
5ª (100)(001)(10$\bar{1}$)(110)(011)(010).

*Costanti più probabili:* $a:b:c$ = 1,205440 : 1 : 1,216143
$\beta$ = 61°.12'.34"

| Misurati | MISURATI | | | | Calcolati | Diff. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | (1) n | (2) p | medie | | |
| 100 : 001 | 60°.35' - 61°.55" | 10 | 26 | 61°. 4'.38" | 61°.12'.34" | — 7'.56" |
| 100 : 10$\bar{1}$ | 58 .43 - 59 .53 | 10 | 28 | 59 . 1.27 | 58 .58. 2 | + 3.25 |
| 10$\bar{1}$ : 00$\bar{1}$ | 58 .57 - 59 .46 | 11 | 32 | 59 .35.20 | 59 .49.24 | — 14. 4 |
| 010 : 110 | 43 . 5 - 44 .16 | 9 | 22 | 43 .27.56 | 43 .25.41 | + 2.15 |
| 100 : 110 | 46 .24 - 47 .56 | 8 | 21 | 46 .26.20 | 46 .34.19 | — 7.59 |
| 001 : 110 | 70 .18 - 70 .58 | 5 | 13 | 70 .40.26 | 70 .39.56 | + 0.30 |
| 110 : 10$\bar{1}$ | 68 .48 - 69 .28 | 4 | 12 | 69 .17.17 | 69 .14.36 | + 2.41 |
| 110 : 01$\bar{1}$ | — | 1 | 3 | 72 .17. 0 | 72 .21.26 | — 4.26 |
| 10$\bar{1}$ : 01$\bar{1}$ | 70 .10 - 70 .15 | 3 | 6 | 70 .13.20 | 69 .52.58 | + 20.22 |
| 01$\bar{1}$ : $\bar{1}$00 | — | 1 | 3 | 70 .39. 0 | 70 .45.34 | — 6.34 |
| 01$\bar{1}$ : $\bar{1}$10 | 41 . 3 - 41 .30 | 3 | 6 | 41 . 8.50 | 40 .52.25 | + 16.25 |
| 01$\bar{1}$ : 010 | — | 1 | 3 | 43 . 3. 0 | 43 .10.31 | — 7.31 |
| 001 : 010 (3) | 89 .36 - 90 .11 | 2 | — | 90 . 0.14 | 90 . 0. 0 | — |

Ho determinato le costanti cristallografiche col metodo dei *minimi quadrati* ed ho ottenuto riguardo all'errore medio i seguenti risultati:

---

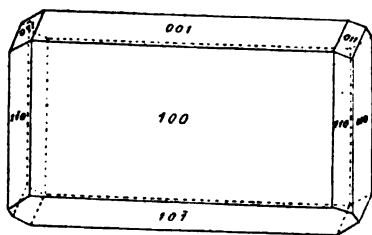
(1) Numero delle misure sopra ogni angolo.
(2) Peso complessivo delle misure fatte sopra ogni angolo.
(3) Quest'angolo l'ho escluso dal calcolo coi minimi quadrati. La temperatura della stanza mentre facevo le misure al goniometro era quasi costante, 20° C circa.

1° calcolo: $a_0:b_0:c_0 = 1{,}2054:1:1{,}216304$; $\beta_0 = 61°.4'.38''$; $\mu' = 10'.18''$
2° » $a_1:b_0:c_0 = 1{,}2057:1:1{,}216304$; $\beta_0 = 61\,.4.38$; $\mu'' = 10.\ 8$
3° » $a_0:b_0:c_1 = 1{,}2054:1:1{,}216604$; $\beta_0 = 61\,.4.38$; $\mu''' = 10.17$
4° » $a_0:b_0:c_0 = 1{,}2054:1:1{,}216304$; $\beta_1 = 61\,.4.\ 0$; $\mu'''' = 10.25$

mentre con le costanti definitive:

$$a:b:c = 1{,}205440:1:1{,}216143$$
$$\beta = 61°.12'.34''$$

ottengo: $\mu = 9'.30''$, cioè l'errore medio più piccolo, per cui queste costanti definitive sono le più probabili.

Come vedesi dalla precedente tabella, alcuni valori angolari sono alquanto vicini fra loro da approssimare il sistema cristallino al trimetrico, senonchè i risultati che riporto in appresso dalle osservazioni delle proprietà fisiche, e specialmente ottiche, decidono assai chiaramente per il sistema monoclino, classe olosimmetrica $\alpha_6$, come sopra ho riportato.

Ho ottenuto delle cristallizzazioni dal benzolo, dall'etere solforico e da miscuglio di alcool ed etere. Quella dal benzolo dava cristalli molto grandi appiattiti secondo (100) e anche secondo (010) con le faccie di questa forma fortemente tramoggiate; sono individui di aspetto assai poco bello e che non si prestano a buone misure goniometriche; quella dall'etere mi dava cristallini limpidi e a facce piane ma troppo piccoli; mentre la cristallizzazione dall'alcool ed etere mi ha dato individui grossetti e molto bene adatti a fare misure angolari di sufficiente precisione. E questi ultimi ho difatti misurato con risultati soddisfacenti.

Le dimensioni della maggior parte dei cristalli da me studiati non superano i 5 millimetri; dal benzolo ne ho avuti avuti lunghi 12 millimetri ca.; l'abito loro è prismatico secondo [010] e anche tabulare per sviluppo straordinario di (100). Le forme costantemente presenti sono (100), (001) e

(010), le prime due con facce predominanti, lucentissime e riflettenti belle immagini, che, mentre sono semplici nelle facce della seconda, sono multiple invece in quelle della prima, perchè non perfettamente pianeggianti. La prima delle quattro combinazioni osservate trovasi esclusivamente nei cristalli tabulari molto schiacciati secondo (100).

La $(10\bar{1})$ ha le facce quasi di eguali dimensioni di quelle di (001) e con altrettanto buon nitore al goniometro; alcuni cristalli lunghi ottenuti da soluzione benzolica offrenti la seconda combinazione hanno per tale fatto l'abito apparente della combinazione $(10\bar{1}0)(0001)$ o $(11\bar{2}0)(0001)$ del sistema esagonale, o anche di $(2\bar{1}\bar{1})(111)$ o $(1\bar{1}0)(111)$ del sistema romboedrico nelle loro classi olosimmetriche; alle volte una di quelle facce è però stretta e allora non si presenta la parallela. Le facce di (110) sono generalmente tutte presenti e offrono buon nitore con immagini semplici specialmente a un estremo del cristallo mentre all'altro estremo sono alquanto scabre in molti casi. Spesso sono tutte equidimensionali e strettissime, qualche volta una di esse è fortemente incavata per tramoggia e allora è molto larga in confronto delle altre, che al contrario sono estremamente strette. La (011) non l'ho trovata che una sola volta nella quinta combinazione e con una sola faccia la $01\bar{1}$, però abbastanza bella e nitida, offrente immagine semplice al goniometro. La faccia da me notata era strettissima e l'ho vista in un individuo fortemente sformato per enorme sviluppo di 110 e di 001.

I cristalli sono per lo più isolati e terminati completamente alle due estremità; però ho anche notato aggruppamenti di individui in posizione prossimamente parallela uniti secondo (100) e anche compenetrati, come pure aggruppamenti in fasci divergenti dei summenzionati individui dall'abito pseudoesagonale.

Cristalli perfettamente incolori e limpidissimi. La sfaldatura la osservai facile e perfetta secondo (010); le facce di (100) mostrano a cagione di detta sfaldatura delle linee nette di divisione parallele allo spigolo [001]; una seconda sfaldatura meno facile la osservai parallelamente a (001).

Il piano degli assi ottici è normale a 010; attraverso

sottili lamine di sfaldatura staccate col temperino ho osservato all'aria l'emergenza di tutti e due gli assi ottici con figura d'interferenza abbastanza netta e ad ovali molto addensati. Il contorno d'una delle piccolissime laminette accuratamente staccata per poter fare la misura dell'angolo degli assi ottici offriva un disegno parallelogrammico ad angoli di 61°.10′ e 120°.20′, corrispondente alla sezione retta di (100)(001).

Estinzioni oblique rispetto ai lati. Il piano degli assi ottici forma 14° 1/2 circa (media di 5 misure) con $+c$ verso $+a$ a luce bianca. $B_a$ perpendicolare a 010: ***negativa.***

Dispersione girata: $\rho > v$.

Ho misurato per rotazione al microscopio l'angolo acuto apparente all'aria degli assi ottici alla luce rossa, alla luce di *Na* e alla luce azzurra, ed ho ottenuto i seguenti risultati:

| | | |
|---|---|---|
| $2\,E_a$ | = 88°.33′ | a luce rossa |
| » | = 88 .13 | » » di *Na* |
| » | = 87 .50 | » » azzurra |

Queste misure confermano il senso della dispersione in altro modo osservata.

Dallo spigolo rifrangente 100 : $\bar{1}$01 = 59°.53′ e dalla deviazione minima approssimata del raggio a vibrazioni nel piano parallelo allo spigolo rifrangente, $\delta_1 = 40°.32'$, ho dedotto: $\alpha = 1{,}539$; mentre dalla deviazione minima approssimata del raggio a vibrazioni nel piano perpendicolare allo spigolo rifrangente, $\delta_2 = 66°.20'$, ho dedotto $\gamma = 1{,}784$.

Queste determinazioni refrattometriche furono fatte per la luce di *Na.*

Da $2E_a$ (*Na*) = 88°.13′, $\alpha$ e $\gamma$ ho ricavato per il terzo indice il valore $\beta = 1{,}579$.

Da $2E_a$ (*Na*) e $\beta$ ho ricavato per l'angolo vero degli assi ottici il valore $2V_a$ (*Na*) = 42°.19′.

Esaminando al microscopio a fortissimo ingrandimento la superficie delle facce 100 secondo cui i cristalli sono per lo più tabulari vi ho osservato dei rilievi poligonali di forma costante e monosimmetrici, con linea di simmetria pa-

rallela all'asse $c$ cristallografico. Simili figure ho constatato altresì osservando le medesime superficie dopo averle fatte corrodere da un acido debole. Ho però notato il fatto che tali figure mostrano poco spiccata la monosimmetria, accennando ad esser quasi bisimmetriche colla seconda linea di simmetria perpendicolare alla summentovata. Inoltre ho osservato un sistema di striature finissime parallele a [010], indizio di sfaldatura secondo (001).

Ho fatto infine di questa sostanza il seguente studio microcristallografico.

Esaminando al microscopio un preparato ottenuto per soluzione in alcool, vi ho osservato tanti bastoncini incolori più o meno corti o isolati o raggruppati a stella o arbitrariamente intrecciantisi come un feltro, per lo più riuniti in lunghi filari nel senso delle loro lunghezze. Pochissimi, che sono molto lunghi, sono isolati. A forte ingrandimento mostrano contorno rettangolare.

A nicol incrociati mostrano tutti estinzione retta e vivaci colori di polarizzazione per lo più di secondo ordine. Ho determinato col cuneo di quarzo il segno ottico dell'allungamento, e l'ho trovato *negativo,* ciò che conferma il risultato dell'osservazione del segno della bisettrice acuta fatta su lamine di sfaldatura secondo 010.

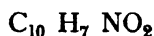
In un preparato fatto con soluzione in benzolo ho osservato innumerevoli aghi lunghissimi incolori raggruppati elegantemente in parecchi fasci divergenti con passaggi ramificati da un fascio all'altro. I singoli individui dei fasci si ramificano come fusti di giunchi. Tra i rami degli aghi più lunghi si hanno numerosissimi bastoncini intrecciantisi in mille modi, risolvibili solo a fortissimo ingrandimento, come pure qua e là isolati dei piccolissimi individui a contorno pseudo-esagonale e anch'essi incolori. Qualche volta questi individui sono invece attaccati all'estremità di bastoncini. Gli aghi e i bastoncini hanno per lo più le estremità troncate ad angolo retto e superficie a scarso rilievo; qualche aghetto minore è terminato a punta. Le tavolette pseudo-esagonali hanno superficie a forte rilievo e rigatura parallela al contorno come per effetto di tramoggia, con una plaga centrale a contorno esagonale per lo più vuota.

A nicol incrociati gli aghi e i bastoncini si estinguono parallelamente alla direzione d'allungamento e dimostrano segno ottico *negativo* nel detto senso e si palesano per cristalli appiattiti secondo (100).

Le tavolette pseudo-esagonali non si estinguono omogeneamente, mostrano a luce convergente un accenno a figura d'interferenza a due assi ottici e si palesano evidentemente per cristalli appiattiti secondo 010 e tramoggiati su questa faccia per incompleto sviluppo.

Della verità di ciò ho potuto convincermi osservando i cristalli appiattiti macroscopici depostisi in fondo al cristallizzatore.

I colori di polarizzazione sono vivacissimi e di ordini superiori.

### 2 (β) **Nitronaftalina**

$C_{10} H_7 NO_2$
Punto di fusione: 79°.

Da soluzioni a freddo in alcool ed etere lasciate lentissimamente evaporare all'aria ottenni soltanto cristallizzazioni di questa sostanza in aggregati di aghetti molto lunghi e finissimi come capelli, di color giallo brunastro e di lucentezza sericea riuniti in fascetti divergenti.

Non mi fu possibile fare misure goniometriche all'infuori che nella zona parallela all'allungamento, ed ebbi i seguenti risultati:

| | Misurati | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angoli | limiti | n | medie | Calc. | Diff. |
| 100 : 110 | 41°.25′ — 42°. 4′ | 11 | 41°.42′ | * | — |
| 110 : 1$\bar{1}$0 | 38 . 2 — 39 .27 | 3 | 38 .58 | 39°.11′ | — 0°.13′ |
| 1$\bar{1}$0 : $\bar{1}$10 | 54 . 4 — 57 . 0 | 3 | 56 . 7 | 57 .25 | — 1 .18 |

Calcolando in base al primo angolo che è il più attendibile ho avuto

$$a : b = 0,89097 : 1$$

Al microscopio a nicol incrociati mostrano estinzioni

esattamente parallela e normale all' allungamento. Sono schiacciati leggermente secondo (100) e sono terminati da due spigoli ad angolo molto ottuso, che non ho potuto però misurare, perchè imperfetti ed incurvati.

La faccia 100 mostra superficie non liscia e i rilievi che vi si osservano hanno forma costantemente regolare come di foglioline lanceolate, tutte con la base larga poggiata su uno degli spigoli lunghi laterali del contorno, hanno cioè forma di figure regolari monosimmetriche con la linea di simmetria perpendicolare al detto spigolo. In alcuni cristalli ho osservato invece dei trapezî tutti con la base più larga dalla parte di uno degli spigoli laterali.

Dicroismo pronunciato dal giallo verdastro chiaro nella direzione della lunghezza al giallo verdastro cupo nella direzione normale.

In un preparato microscopico da soluzione alcoolica ho osservato aghetti lunghi e dritti di color giallo verde chiaro associati parallelamente e divergenti. Sono per lo più terminati alle estremità da due spigoli ad angolo molto ottuso, uno lungo e l'altro cortissimo.

I due spigoli formano angoli eguali cogli spigoli laterali. Difatti da misure fatte da me col tavolino-goniometro risultarono per quei due angoli i valori approssimativi 103°.40′ e 105°, mentre per l'angolo fra i due spigoli risultò il valore 148°.10′.

L'estinzione è esattamente parallela e normale all'allungamento di cui ho determinato il segno ottico *negativo*. Vivaci colori di polarizzazione del secondo ordine.

Dicroismo spiccato dal bianco sporco, secondo l'allungamento, al giallo verdolino chiaro, secondo la larghezza. In mezzo a questi aghetti e, specialmente vicino ai punti di divergenza dei fasci divergenti, ho osservato dei piccoli rombi ad angolo acuto di 97°.30′ secondo le misure da me fatte al tavolino-goniometro. Nel ruotare il tavolino mostrano variazione poco spiccata di intensità luminosa; segno che perpendicolarmente vi è il piano degli assi ottici. Siccome l'angolo misurato corrisponde al supplemento dell'angolo da me misurato al goniometro di 83°.24′ fra 100 e $1\bar{1}0$, così credo poter concludere che quei rombi non siano che

cristalli sviluppati secondo un piano perpendicolare alla direzione d'allungamento degli aghetti.

In un preparato da soluzione in benzolo ho osservato due generazioni di cristalli, una prima generazione manifestatasi in aghetti lunghi e dritti come sopra con allungamento otticamente negativo ed estinzione esattamente parallela e normale al detto allungamento; e una seconda generazione fra gli spazi vuoti lasciati dalla prima di cristalli estremamente minuti non risolvibili nemmeno a fortissimo ingrandimento, aggruppati fra loro fittamente o in eleganti fasci felciformi, o più spesso in aggregati sferici a vivaci colori di polarizzazione in anelli concentrici e con evidente fenomeno di polarizzazione d'aggregato (croce nera) fra nicol incrociati a luce parallela.

Ho notato anche fra gli aghi della prima generazione rarissimi individui tabulari a contorno non bene definito, ma con evidente estinzione parallela e normale al senso della maggior lunghezza, e con segno ottico *negativo* parallelamente a tale lunghezza, che del resto coincide con la lunghezza degli aghi, e non sono che gli stessi aghi molto allargati nel senso della faccia su cui sono posati sopra il vetrino porta-oggetti. Di particolare ho notato a luce convergente in uno qualunque di questi individui la parte centrale di una figura d'interferenza di sostanza biassica perfettamente simmetrica rispetto al centro del campo. Il piano degli assi ottici è perpendicolare alla faccia su cui sono posati i cristalli e parallelo alla lunghezza di essi. Non ho potuto vedere nemmeno nell'olio l'emergenza degli apici dei due rami d'iperbole; evidentemente si tratta dell'angolo ottuso, e normalmente al piattino emerge la bisettrice ottusa. Ho potuto bensì determinare chiaramente col cuneo di quarzo il segno ottico della $B_o$, che è *positivo.*

In un preparato da soluzione in etere acetico ho osservato ancora due generazioni di cristalli, come dal benzolo.

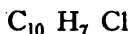
Della prima sono degli aghetti dritti e leggermente incurvati, ma molto sottili che si continuano e che si tagliano fra loro come a formare le maglie di una rete; e in mezzo a queste maglie si osservano bastoncini piccolissimi isolati. Tanto gli aghetti quanto i bastoncini mostrano a nicol in-

crociati estinzioni parallela e normale all'allungamento, che è di segno *negativo.*

Della seconda generazione entro le maglie del reticolato sono degli sciami di cristallini minutissimi non risolvibili nemmeno a fortissimo ingrandimento. Anche in un preparato da soluzione in cloroformio ho osservato degli eleganti aggregati felciformi e sferici con caratteristica polarizzazione d'aggregato; ma quel che è più notevole si è che qui ho osservato assai meglio i medesimi rombi ad angolo di 97° ca, che avevo osservato nel preparato ottenuto dalla soluzione alcoolica, più numerosi e più nettamente delineati.

Ho potuto osservare cioè che mentre ostentavano debole variazione di intensità luminosa col ruotare del tavolino, segno che normalmente vi è il piano degli assi ottici, mostravano nettamente la forma rilevata di piramidi a sezione romba con la base poggiata sul vetrino e con estinzioni evidentissime esattamente parallele alle diagonali del rombo di base.

Da tutte queste particolareggiate osservazioni ottiche credo di poter concludere trattarsi di una sostanza che cristallizza in cristalli del sistema trimetrico, forse della classe merosimmetrica oloasse $\varepsilon_5$, con le forme (100)' secondo cui sono per lo più appiattiti, (110), (170) e (111)'.

## 2 (β) Cloronaftalina

$C_{10}H_7Cl$
Punto di fusione: 56°.

In un preparato ottenuto da soluzione alcoolica ho osservato forme laminari fogliacee incolori a contorni irregolarissimi, più spesse agli orli del preparato, molto tenui nella parte centrale.

Colori di polarizzazione bassissimi di toni grigio-scuri, solo di un giallo sbiadito del primo ordine in qualche punto agli orli. In quei punti ho constatato a luce convergente la biassicità della sostanza.

In un preparato da soluzione benzolica ho osservato le

stesse cose che in quello precedente. Qui, però, ho potuto osservare agli orli delle plaghe molto estese di sostanza laminare molto ispessita, poichè i colori di polarizzazione erano vivacissimi e di ordini superiori.

In qualcheduna di queste plaghe ho potuto comodamente osservare la parte centrale d'una figura d'interferenza perfettamente identica a quella mostrata dalla precedente sostanza, e con simmetria identica. Non ho visto, nemmeno all'olio, l'emergenza degli apici di iperbole, quindi perpendicolarmente al vetrino emerge la bisettrice ottusa. Segno della $B_o$: *positivo*. Il segno dell'asse $\alpha$ dell'indicatrice ottica giacente nel piano della lamina è ***negativo***.

In un preparato da soluzione in etere acetico idem come da soluzione in alcool. Al centro ho notato sparsi qua e là e isolati numerosi esilissimi aghetti dritti, molto piccoli incolori e dei punti pure incolori, che a nicol incrociati spiccavano nettamente dal campo scuro però con colori molto bassi di polarizzazione, cioè del grigio chiaro del primo ordine. Gli aghetti e i punti si risolvono a fortissimo ingrandimento (480 diametri) i primi in bastoncini terminati alle due estremità da due spigoli ad angolo molto ottuso, ad estinzione esattamente parallela e normale all'allungamento, e i secondi in piccoli rombi ad angolo di 97° ca e ad estinzione esattamente parallela alle due diagonali. Il tutto è perfettamente identico a quel che ho osservato nella precedente sostanza. Soltanto a cagione della estrema esilità degli aghetti e dei rombi non vi ho potuto osservare gli altri dati caratteristici.

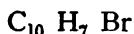
In un preparato da soluzione in cloroformio ho osservato lo stesso che in quello da soluzione benzolica, cioè forme laminari irregolarissime.

Ho avuto qui il vantaggio di fare molto meglio che nel preparato della soluzione in benzolo le determinazioni ottiche, perchè ho avuto da fare con plaghe più spesse e più larghe, a estinzione omogenea e a più vivaci ed elevati colori di polarizzazione. La figura d'interferenza (nella sua sola parte centrale) l'ho potuta osservare più chiara e ho potuto determinare il senso della dispersione: $\rho < \nu$.

Anche qui ho visto nettamente che $B_o$ è normale al

piano della lamina ed è *positivo*, mentre l'asse minore $\alpha$ dell'indicatrice ottica giacente nel piano della lamina è *negativo*.

In conclusione anche questa sostanza è trimetrica e mostra caratteri ottici simili a quelli della precedente.

## 2 (β) Bromonaftalina

$C_{10} H_7 Br$
Punto di fusione: 59°.

Da soluzione in alcool non si hanno di questa sostanza che grandi lamine sottilissime trasparenti incolori più o meno contorte.

Cavata dal fondo del cristallizzatore qualcheduna di tali lamine, ho potuto osservare al microscopio a luce convergente in qualche frammento piano la solita porzione centrale di figura d'interferenza a due assi ottici simili perfettamente in forma e posizione a quella offerta dalle due precedenti sostanze. Non ebbi, nemmeno nell'olio, l'emergenza degli apici d'iperbole. Quindi normalmente al piano del vetrino ho anche qui la bisettrice ottusa, che è anche qui *positiva*.

L'asse $\alpha$ dell'indicatrice ottica coincidente in direzione con la bisettrice acuta, l'ho trovata di segno negativo.

In un preparato microscopico da soluzione in alcool ho osservato agli orli le medesime forme laminari a contorno irregolarissimo come nella precedente sostanza, ma per di più ho notato nella porzione centrale sparsi qua e là tanti bastoncini dritti a estinzione parallela e normale all'allungamento non risolvibili in forme più definite.

In un preparato da soluzione benzolica non ho osservato che nubecole a colori bassissimi di polarizzazione che soltanto agli orli si addensano in lamine larghe a contorni mal definiti, ma a vivaci colori di polarizzazione di ordine superiore. Solo su queste lamine ho potuto fare le osservazioni ottiche che mi diedero risultati identici a quelli ricavati dalle lamine ottenute da soluzione alcoolica.

In un preparato da soluzione in etere acetico ho osser-

vato formazioni nebulose e dendritiche, a bassissimi colori di polarizzazione di toni grigi; insieme a queste ho osservato formazioni a collane di perle a colori di polarizzazione più elevati di toni gialli del primo ordine.

In mezzo a queste formazioni irregolari ho potuto scorgere qua e là una formazione più decisamente cristallina di scarsi aghetti rudimentali sottilissimi e laminette esilissime a contorno di pseudoesagoni con due lati opposti più lunghi degli altri e con gli angoli che ho misurato in 105° e 105 $^1/_2$° ca, adiacenti ai lati più lunghi e in 150° ca. alle terminazioni. Gli aghetti e le laminette si estinguono esattamente in senso parallelo e normale ai loro allungamenti.

Data la estrema esilità degli aghetti e delle laminette non vi ho potuto fare altre osservazioni ottiche.

In un preparato da soluzione in cloroformio ottenni ancora nubecole a bassissimi colori di polarizzazione e plaghe laminari assai grandi agli orli a colori molto più elevati, sulle quali ho fatto le medesime osservazioni ottiche che avevo fatto nelle lamine ottenute da soluzione in alcool. Però qui ho visto di particolare delle laminette pseudoesagonali abbastanza larghe che si estinguono nel senso della maggior lunghezza e perpendicolarmente.

Gli angoli sono quasi eguali a quelli sopra determinati, e il segno ottico della lunghezza è *negativo.*

In conclusione questa sostanza è trimetrica come le due precedenti e mostra simili proprietà microcristallografiche.

*Dal Gabinetto di Mineralogia della R. Università di Padova, Ottobre 1903.*

---

L. Brugnatetli

# Sulla titanolivina dei dintorni di Chiesa in Val Malenco

Le prime notizie intorno alla titanolivina risalgono al 1855 e si riferiscono ad un minerale, che figurava nella collezione del sig. Adam, colla indicazione « Grénat ferrifère de Pfunders en Tyrol » e che Damour, dopo averne eseguita l'analisi, descrisse col nome di « Péridol titanifère ». Il nome di titanolivina fu però introdotto nella mineralogia solo nel 1879 dallo stesso Damour, in seguito alla scoperta da lui fatta del minerale nei blocchi di talcoscisto serpentinoso della morena settentrionale del ghiacciaio di Findelen, nel gruppo Saas-Zermatt. Nuovi giacimenti furono scoperti nell'ultimo decennio dall'Artini e Melzi in Val Sesia, dal Boeris nelle Alpi occidentali, dallo scrivente in Val Malenco e dal Novarese in due località della Sila in Calabria (per le notizie relative a questi giacimenti vedesi la bibliografia della titanolivina riportata più avanti).

Malgrado però sia passato circa mezzo secolo dalla prima pubblicazione del Damour, pure nulla ancora di preciso noi sappiamo intorno alle relazioni morfologiche tra la titanolivina ed i peridoti. L'analogia chimica coi minerali di questa famiglia e le misure del Des Cloizeaux, sopra cristalli assai imperfetti, fecero generalmente ammettere tra questi minerali e la titanolivina anche una perfetta analogia morfologica, cosicchè ordinariamente nei trattati di mineralogia la titanolivina viene considerata come una olivina, nella quale parte del silicio è sostituito da una equivalente quantità di titanio. Solo il Lacroix, che studiò il minerale otticamente, basandosi sul comportamento dei geminati, mise in dubbio la spettanza dei suoi cristalli al sistema trimetrico, osservando che tale comportamento po-

teva spiegarsi anche considerando il minerale come monoclino e geminato in modo simile alla clinohumite.

Nelle mie escursioni mineralogiche e petrografiche nei dintorni di Chiesa in Val Malenco io ebbi occasione, come ho accennato più sopra, di scoprirvi la titanolivina e di raccoglierne numerosissimi campioni, che mi permisero, oltre che di compiere interessanti osservazioni intorno al minerale, di risolvere il problema del suo sistema cristallino.

Prima di esporre i risultati delle mie ricerche, riporterò qui l'indice cronologico dei lavori fino ad ora pubblicati intorno alla titanolivina.

M. Damour. *Note sur un péridot titanifère.* Annales des Mines 5.me Série Vol. 8, pag. 90, 1855.

A. Des Cloizeaux. *Manuel de Mineralogie,* Vol. 1, pagina 35, 1862.

M. Damour. *Note sur le péridot titanifère de Zermatt en Valais.* Bulletin de la Soc. franc. de Mineralogie. Vol. 2, pag. 15, 1879.

A. Lacroix. *Sur les propriétés optiques du titanolivine.* Bulletin de la Soc. franc. de Mineralogie. Vol. 13, pag. 15, 1890.

V. Novarese. *Calcari cristallini e calcifiri dell'arcaico calabrese.* Bollettino del R. Comitato geologico. Vol. XXIV, pag. 31-35, 1893.

E. Artini e G. Melzi. *Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia.* Memorie del R. Istituto Lombardo. Vol. XVIII, pag. 248, c. 334, 1900.

G. Boeris. *Sulla diffusione della titanolivina nelle Alpi piemontesi.* Rivista di Min. e Crist. italiana. Vol. XXVIII, pag. 32, 1902.

L. Brugnatelli. *Sopra un giacimento di titanolivina in Val Malenco.* Rivista di Min. e Crist. italiana. Vol. XXVIII, pag. 3, 1902 ed anche in Zeitschrift f. Kryst. u. Min. Vol. XXXVI, pag. 151, 1902.

La titanolivina nei dintorni di Chiesa in Val Malenco è notevolmente diffusa. Trovasi al Monte Braccia sopra Primolo, al Monte Motta sopra Lanzada, alle Cave d'Amian-

to di Franscia e la osservai anche nei blocchi, caduti probabilmente dal Monte Fellaria, che si incontrano salendo dall'Alpe Musella alla bocchetta delle Forbici. Ne vidi anche un bel campione nella raccolta di certo Masa di Vetto, il quale mi disse di averlo trovato in Val Poschiavina [1]. Le condizioni di giacitura sono identiche in tutte le località indicate. La titanolivina trovasi in noduli più o meno grossi, in vene o sparsa in minuti granuli in rocce verdi a faces di serpentinoscisti, che fanno parte di quel complesso di rocce, che il Theobald [2] riunì sotto le denominazioni complessive di « grüne Malencoschiefer e serpentinartiges Malencogestein ». Sono rocce quasi sempre nettamente scistose per potente laminazione e che si presentano o a strati ondulati, ripiegati e contorti (es. alle cave d'amianto di Franscia e Val Brutta) oppure a scistosità più regolare pianeggiante (pietre tegolari a nord del ponte di Curlo), oppure a scistosità meno evidente e d'aspetto talvolta quasi massiccio (es. al Monte Motta ed al Monte Braccia). In tutti questi tre tipi di rocce, che evidentemente altro non sono che modificazioni dinamometamorfiche in diverso grado di un' unica massa, si tratta di rocce peridotiche, anzi l'olivina ed il serpentino antigoritico da essa derivato, sono i soli minerali che costantemente e quasi esclusivamente le costituiscono, essendovi solo associato, ma in generale in piccole quantità, un pirosseno monoclino incoloro della serie diopsidica [3]. Abbon-

---

[1] Ebbi campioni di titanolivina anche dal prof. G. Vigo del R. Istituto Tecnico di Sondrio, il quale li raccolse, dietro mia indicazione, nei pressi di Primolo. È pure a mia conoscenza che il minerale fu trovato e raccolto al Monte Motta anche dal sig. Pietro Sigismund di Milano. Un bell'esemplare lo si può vedere in uno dei blocchi, che servono da sedile presso la cappelletta ai piedi della salita detta della Lova, che conduce dalla Valle Lanterna inferiore alle cave d'amianto di Franscia e Val Brutta, ai dossi di Vetto, ecc.

[2] Theobald. Die südöstlichen Gebirge v. Granbünden, ecc., pag. 26 e 40.

[3] I pirosseni sono scarsi in tutti i serpentini di Val Malenco da me fino ad ora studiati. Solo trovansi in qualche abbondanza, associati ad olivina, in certe masserelle lenticolari di pochi centi-

dante, ma solo nel terzo tipo, è una clorite (clinocloro), talvolta in larghe lamine, tal'altra in minute squamette. Nessun spinello, fuorchè la magnetite, in parte certamente secondaria, sembra entrare nella costituzione di queste rocce. La titanolivina si trova di preferenza nelle rocce del terzo tipo ed è sopratutto rarissima nelle pietre tegolari di Primolo e Curlo. Le rocce sono talvolta attraversate da vene di calcite spatica nelle quali pure si osserva la titanolivina associata ad olivina ordinaria. Il giacimento di Val Malenco è quindi perfettamente analogo a quello della vetta dello Stoffel (Artini e Melzi loc. cit., pag. 334), e pure analoghe a quella di Val Malenco devono essere le condizioni di giaciture a Pfunders ed al Ghiacciaio di Findelen, come pure nelle località delle Alpi piemontesi, dove il minerale fu osservato dal Boeris. Diversi sono invece i giacimenti della Sila (Novarese, loc. cit.) e del passo del Ranghetto (Artini e Melzi, loc. cit., pag. 248), poichè quivi la titanolivina trovasi nei calcefiri.

*Composizione chimica.* L'analisi chimica qualitativa rivelò nel minerale di Val Malenco una composizione affatto analoga a quella della titanolivina di Pfunders e di Findelen. Il manganese però vi è contenuto solo in quantità trascurabile ed inoltre vi si riscontrò tracce di fluore. Questo elemento fu pure osservato dal Mattirolo nella titanolivina della Sila (Novarese, loc. cit.), e non è da escludersi che possa trovarsi anche in quella degli altri giacimenti sopra citati, poichè Damour non ne fece speciale ricerca ed essendo presente solo in minime tracce può benissimo esser sfuggito alle sue indagini. Merita qui di esser notato che tracce di fluore furono pure riscontrate nella olivina che accompagna la titanolivina. L'analisi quantitativa fu eseguita dal dott. Giuseppe Anelli assistente presso il laboratorio di Chimica generale della R. Università di Pavia, al quale mi è grato di esprimere qui i miei ringraziamenti.

---

metri di diametro massimo, che talvolta si osservano negli scisti serpentinosi. Il pirosseno è quasi sempre diopsidico. In uno di questi noduli ho osservato anche due sezioni trasversali di un anfibolo affatto incoloro.

Una difficoltà gravissima per l'analisi quantitativa si presenta nella preparazione del materiale, poichè, per quanto si faccia, è impossibile separare completamente il minerale dalla magnetite che vi è contenuta. Avendo però notato che la magnetite estratta dalla polvere del minerale è assolutamente priva di titanio (non ne dà la reazione nemmeno coll'acqua ossigenata in soluzione solforica), operai nel seguente modo. Polverizzai il minerale, poi ne estrassi tutta la magnetite libera con una calamita ordinaria; sottoposi quindi la polvere ad una elettromagnete di media forza per toglierne i granelli di minerale più inquinati ed al residuo feci subire una separazione col liquido di Thoulet per liberarlo dalla antigorite eventualmente commista. La polvere così ottenuta fu quella sottoposta alla analisi dopo essere stata ridotta a polvere impalpabile. Dai risultati dedussi poi tutto l'$Fe_2O_3$, assieme alla quantità di $FeO$ necessaria a costituire con quello la magnetite. Il procedimento è naturalmente alquanto arbitrario, poichè $Fe_2O_3$ può essere presente anche sotto altra forma, per esempio come limonite, ma come si vedrà più avanti, i risultati così ottenuti furono abbastanza soddisfacenti. Ecco ora i risultati ottenuti dal dott. Anelli, come media di due analisi tra loro concordanti:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 36,86 |
| $TiO_2$ | 4,78 |
| $MgO$ | 45,50 |
| $FeO$ | 10,05 e dopo dedotta la magnetite 9,57 |
| $MnO$ | tracce |
| $Fe_2O_3$ | 1,08 |
| F | tracce |
| $H_2O$ | 1,57 |
| | 99,84 |

I risultati ottenuti dal Damour per la titanolivina di Pfunders e di Findelen sono i seguenti:

| | $SiO_2$ | $TiO_2$ | $MgO$ | $FeO$ | $MnO$ | $H_2O$ | Somma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pfunders I | 36,30 | 5,30 | 49,65 | 6,00 | 0,60 | 1,75 | 99,60 |
| » II | 36,87 | 3,51 | 50,14 | 6,21 | 0,60 | 1,71 | 99,04 |
| Findelen | 36,14 | 6,10 | 48,31 | 6,89 | 0,19 | 2,23 | 99,86 |

Calcolando ora per tutte queste analisi le proporzioni dei singoli componenti si arriva ai seguenti interessantissimi risultati:

| | | |
|---|---|---|
| Val Malenco: | $\overset{IV}{R}O_2 : \overset{II}{R}O : H_2O$ | $= 1,06 : 2 : 0,14$ |
| Pfunders I : | » » » | $= 1,00 : 2 : 0,14$ |
| » II : | » » » | $= 1,00 : 2 : 0,14$ |
| Findelen : | » » » | $= 1,01 : 2 : 0,18$ |

Questi rapporti mostrano prima di tutto che tutti questi minerali appartengono ad un'unica e ben definita specie la quale per quanto si riferisce al rapporto $\overset{IV}{R}O_2 : \overset{II}{R}O$, presenta una perfetta analogia coi peridoti, in secondo luogo poi che gli elementi dell'acqua sembrano esservi contenuti in rapporto costante. Le esperienze mie e quelle di Damour mostrano che l'acqua non è scacciata completamente dal minerale che a temperatura elevatissima, si può quindi ammettere che i suoi elementi vi siano contenuti come ossidrili; ora se come rapporto caratteristico assumiamo 1,00 : 2 : 0,15, risulta che il numero degli ossidrili sarebbe esattamente di tre per ogni dieci molecole peridotiche. Come però questi ossidriei possano essere legati, non ci riesce spiegarlo.

*Proprietà fisiche.* La titanolivina di Val Malenco ha colore rosso-cupo e rassomiglia grandemente ai granati, specialmente a certi almandini (meglio però ai piropi) tanto da giustificare pienamente le denominazione di « Grénat ferrifère », che il minerale di Pfunders portava nella collezione di Adam. La sua polvere ha però colore caratteristico tra il giallo aranciato ed il giallo ruggine. Il peso specifico, determinato col ioduro di metilene sopra granuletti non attirati dalla elettromagnete come si è descritto sopra, fu trovato a 18° tra 3,20 e 3,26.

Importantissime sono le proprietà ottiche. Uno studio ottico dettagliato della titanolivina fu fatto dal Lacroix (loc. cit.) su campioni di Pfunders e di Findelen. Egli dalla determinazione degli indici di rifrazione col rifrattometro di Bertrand e dalla misura dell'angolo degli assi ottici ottenne i seguenti valori:

$n_g = 1{,}702$, $n_m = 1{,}678$, $n_p = 1{,}669$;
$2\ Ha_{(Na)} = 72°20'$ e $2\ Va = 62°18'$ $\rho > \nu$.

Rilevò inoltre un fortissimo pleocroismo con assorbimento $n_p > n_m = n_g$, coi colori: $n_m$ e $n_g$ giallo chiaro ed $n_p$ giallo rosso intenso e la frequenza di geminati polisintetici, anzi in base alla orientazione del piano degli assi ottici rispetto alle tracce di geminazione in lamine tagliate normalmente alla bisettrice acuta (positiva), indicò un metodo semplice per distinguere la titanolivina dalla condrodite (Lacroix, loc. cit., fig. 1ª *a* e *b*, od anche: Weinschenk: *Dic Gesteinsbildenden Mineralien* fig. 43, pag. 35).

La titanolivina di Val Malenco in sezione sottile si presenta in granuli e plaghe a contorno irregolare, senza alcun indizio di sfaldatura e con colore variabile dal giallo chiaro al giallo aranciato intenso a motivo del forte pleocroismo che le è caratteristico. L'assorbimento corrisponde perfettamente a quello della titanolivina di Pfunders e Findelen si ha cioè: $n_p > n_m = n_g$ corrispondendo il colore giallo aranciato intenso ad $n_p$. Osservazioni eseguite coll'oculare spettroscopico mostrano che $n_p$ assorbe quasi completamente lo spettro dal verde (circa linea E) fino al violetto. Il forte rilievo indica un forte potere rifrangente. Infatti i confronti fatti colla olivina nelle associazioni regolari con questo minerale e che descriverò più avanti, indicano che gli indici di rifrazione della titanolivina sono superiori ai corrispondenti della olivina. Benchè non mi sia stato possibile di determinare con esattezza gli indici di rifrazione del minerale, pure da un gran numero di osservazioni comparative fatta luce di $N_a$ e con liquido di Thoulet di diversa concentrazione, risulta che i valori di $n_g$ ed $n_p$ del minerale di Val Malenco sono alquanto superiori ai valori dati dal Lacroix. Speciale cura misi nella determinazione di $n_m$. Da numerosissime e diligenti osservazioni fatte con frammentini di due sottilissime lamine normali alla bisettrice acuta ho potuto ricavare per la luce del sodio: $n_m \underset{(>)}{=} 1{,}680$.

La differenza dei valori della rifrangenza dati dal Lacroix da quelli della titanolivina di Val Malenco risulta anche dal valore dell'angolo degli assi ottici, che ho potuto

misurare con grande esattezza. Eseguii queste misure con due lamine che ebbi la fortuna di poter tagliare quasi esattamente normali alla bisettrice acuta. Una, che indicherò con (I), è di colore notevolmente più chiaro dell'altra che indicherò con (II). Per ottenere maggior esattezza nei risultati le misure non furono fatte nell'aria ma in olio di ricino (n = 1,481) ed in soluzione di Thoulet (n = 1,707) alla temperatura di circa 13°. I risultati sono i seguenti:

Misure in olio di ricino
Lamina (I)
Rosso (vetro) = 70°22′ Giallo (Na) = 66°38′
Misure in Thoulet.

| | Lamina (I) | Lamina (II) |
|---|---|---|
| Rosso (vetro) | 60°2′ | 59°59′ |
| Giallo (Na) | 57°2′ | 56°50′. |

Queste misure mostrano una forte dispersione degli assi ottici nel senso $\rho > v$, come aveva già notato il Lacroix, e come si rileva anche dall'esame della immagine assiale. Oltre le misure sopra riportate ne eseguii anche a luce azzurra con un vetro di cobalto e coi seguenti risultati:

In olio di ricino:
(lamina (I)) 68°21′; in Thoulet: (I) 61°13′ (II) 60°48′.

Questi valori indicherebbero una anomalia nella dispersione degli assi ottici, anomalia analoga a quella studiata dal v. Lang [1] nel gesso.

Come è noto i mezzi fortemente assorbenti offrono talvolta delle anomalie nei fenomeni di dispersione cromatica, quindi il fenomeno non dovrebbe stupire nella titanolivina, tuttavia malgrado la discreta concordanza dei valori, io credo di doverne mettere in dubbio l'esistenza. Infatti all'ottenere misure attendibili è di ostacolo il forte assorbimento esercitato dal vetro azzurro prima e dal minerale

---

[1] V. v. Lang. *Grösse und Lage der opt. Elasticitätsaxen beim Gypse.* Sitzb. Wien. Ak. Vol. 76, p. 793, 1877; oppure: Beer-v. Lang. *Einleitung in die höhere Optik.* Braunschweig 1882, p. 407-411.

poi, anzi questo assorbimento può forse spiegare la differenza relativamente debole, tra i valori ottenuti per l'azzurro e quelli ottenuti per il rosso, perchè dei colori che passano attraverso il vetro azzurro e cioè dall'azzurro al violetto, una fascia di verde ed una fascia rossa, la titanolivina assorbe di preferenza i primi e lascia passare l'ultimo.

Dai valori soprariportati, per la luce del sodio e con $n_m = 1{,}680$, si calcolano i seguenti valori per $2\ E_a$ e per $2\ V_a$.

Dalle misure in olio di ricino:

$$2\ E_a = 108°52' \qquad 2\ V_a = 57°56'$$

Dalle misure in Thoulet:

$$2\ Ea\ 108°54' \qquad 2\ V_a = 57°56'.$$

Come si vede un miglior accordo non poteva desiderarsi. Pur troppo non mi riuscì di preparare una lamina normale alla bisettrice ottusa sufficientemente buona, che mi avrebbe dato modo di controllare il valore di $n_m$. Ritengo però questo valore abbastanza esatto.

Le osservazioni eseguite sopra lamine normali alla bisettrice acuta diedero inoltre i seguenti importanti risultati. La doppia rifrazione è molto energica e positiva; essendo tali lamine parallele al piano ($n_m\ n_p$) presentano un massimo di pleocroismo. A luce parallela ed a nicols incrociati le lamine non estinguono mai, ma presentano, girandole nel proprio piano, una successione periodica di colorazioni, precisamente come avviene per lamine debitamente orientate, di cristalli monoclini o triclini dotati di forte dispersione delle bisettrici. A luce monocromatica invece si ha l'estinzione completa, ma per azimuth diversi a seconda della luce impiegata.

L'esame della figura d'interferenza conferma l'esistenza di una notevolissima dispersione degli assi $n_p$ ed $n_m$, mostrando essa una marcatissima dispersione incrociata.

Sezioni normali, o quasi, alla bisettice ottusa si comportano in modo diverso. Non solo non presentano pleocroismo ma a luce parallela estinguono perfettamente in un unico

azimuth per tutti i colori. A luce convergente poi, benchè in modo non molto evidente a motivo dell'ampiezza dell'angolo ottuso degli assi ottici, mostrano indizi non dubbi della dispersione orizzontale. Noi possiamo quindi dall'insieme di questi fenomeni concludere che *i cristalli della titanolivina di Val Malenco appartengono al sistema monoclino.* A ciò si aggiunga che i piani degli assi ottici sono normali a {010} e che la bisettrice acuta (positiva) è parallela all'asse cristallografico *y*.

Con una sezione normale alla bisettrice acuta, attraversata da una lamella di geminazione e prendendo come riferimento la traccia di geminazione, misurai i seguenti augoli tra $n_m$ e la detta traccia:

Rosso (vetro) 28°....30°; Giallo (Na) 25°....26'; Azzurro (vetro) 14°....19°.

Questi valori, oltre a confermare la forte dispersione delle bisettrici, dimostrano che il minerale di Val Malenco è identico a quello di Pfunders e di Findelen poichè il Lacroix, che però non osservò la dispersione delle bisettrici, dà per tale angolo un valore di circa 20°. Nella condrodite invece sarebbe di 60° (1).

*Geminati.* Nella titanolivina di Val Malenco i geminati non sono frequenti, manca poi si può dire assolutamente quella geminazione polisintetica osservata dal Lacroix e che gli rese difficile la misura dell'angolo degli assi ottici (Lacroix, loc. cit., pag. 18). In un solo caso, e cioè nel geminato sopramenzionato, osservai un accenno a geminazione polisintetica, dato da una unica lamella intercalata in un grande individuo. I fenomeni ottici sono perfettamente simmetrici nella lamella e nell'individuo maggiore rispetto alle tracce di geminazione. Evidentemente quindi il piano di geminazione appartiene alla zona [010]. Ciò è dimostrato anche dal fatto che nelle sezioni appartenenti approssimativamente a tale zona, l'estinzione avviene parallelamente e normalmente alla traccia di geminazione. Particolarmente interessante, a questo riguardo, è una sezione di un gemi-

(1) Vedi le figure nel citato lavoro del Lacroix.

nato nella quale un individuo appare tagliato pressochè parallelo al piano ($n_m$ $n_g$), mentre l'altro individuo è pressochè parallelo a ($n_p$ $n_g$). In ambedue gli individui la direzione della traccia di geminazione è parallela a $n_g$, ma mentre nel primo individuo non si scorge pleocroismo, nell'altro invece, si ha un massimo di assorbimento, quando la traccia di geminazione è normale al piano di vibrazione dell'analizzatore. Ed infatti; in tale condizione, mentre in un individuo avremo vibrazioni secondo $n_m$, nell'altro queste saranno secondo $n_p$. Ciò conferma che il piano di geminazione appartiene alla zona [010].

*Associazioni regolari.* La titanolivina di Val Malenco presenta delle interessanti associazioni regolari colla olivina. La sezione normale alla bisettrice acuta del geminato sopradescritto ci rivela la legge di associazione. La titanolivina è quivi associata ad olivina, alterata in parte in antigorite e macchiettata qua e là da titanolivina, perfettamente inorientata cogli individui maggiori. L'osservazione a luce convergente mostra che, non solo la titanolivina, ma anche la olivina è tagliata normalmente alla bisettrice acuta (positiva). Poichè tale bisettrice nell'olivina è normale a {100} così dovremo concludere che le facce di {010} della titanolivina sono parallele a quella di {100} dell'olivina. Le direzioni di estinzione della olivina coincidono con quelle della titanolivina per il colore rosso, e sono naturalmente parallele risp. normali alle tracce di sfaldatura secondo {010}, cui è normale il piano degli assi ottici. La perfetta regolarità della associazione è resa anche più evidente ed interessante dal fatto che anche la olivina è geminata e la traccia di geminazione è precisamente la continuazione di quella della titanolivina. In questo geminato di olivina le direzioni $n_m$ (parallele alle tracce di sfaldatura) e quindi gli assi $z$ fanno colla traccia di geminazione un angolo simmetrico per entrambe di circa 30° e quindi tra loro di circa 60° ed i piani degli assi ottici e cioè le basi dei due individui un angolo di circa 120°. L'olivina è quindi geminata secondo una faccia di {031} (che richiede per detti angoli 59°10′ e 130°50′), faccia che in conseguenza viene ad essere parallela al piano di geminazione della tita-

nolivina, il quale però appartiene alla zona [010]. La geminazione secondo {031} non è comune nella olivina, fu però osservata nella villarsite e nella monticellite [1]. Le associazioni regolari tra i due minerali sono frequentissime e la legge sembra essere costantemente quella ora descritta. Talvolta il passaggio dall'uno all'altro minerale è netto e la olivina o forma un orlo attorno alla titanolivina, oppure, una vena della prima attraversa la seconda; nel maggior numero dei casi però la separazione è affatto irregolare, e cioè si osservano nell'un minerale delle piccole plaghe dell'altro, le quali vanno aumentando gradatamente in numero e dimensioni fino a che la sostituzione è completa. Nel graduale passaggio i due minerali mantengono costante la loro propria orientazione.

Questi accrescimenti regolari permettono di fare interessanti confronti. Così si rileva che l'angolo degli assi ottici della olivina è notevolmente maggiore di quello della titanolivina. Accrescimenti in lamine opportunemente orientate mostrano che $(n_m - n_p)$ della olivina è maggiore del corrispondente valore per la titanolivina, il contrario avviene invece per $(n_g - n_m)$. Queste osservazioni furono eseguite a luce rossa perchè, come ho riferito sopra, per questo colore esiste parallelismo negli assi della indicatrice dei due minerali, valgono però sicuramente anche per gli altri colori, cosicchè assumendo per l'olivina $(n_m - n_p) = 0{,}017$ e $(n_g - n_m) = 0{,}019$, in base al valore $n_m = 1{,}680$ della titanolivina, potremo dedurre per quest'ultimo minerale:

$$n_g > 1{,}699 \qquad \text{e } n_p > 1{,}663$$

ciò che corrisponde perfettamente coi risultati di Lacroix e colle osservazioni fatte direttamente coi liquidi a rifrazione conosciuta.

*Alterazioni.* I prodotti di alterazione della titanolivina di Val Malenco sono i medesimi di quelli della olivina che

---

(1) Des Cloizeaux. *Manuel* vol. 1°, pag. 34 e 95. Lacroix, *loc. cit.* pag. 19. Scacchi A. *Catalogo dei minerali vesuviani.* Rivista di Min. e Crist. italiana, vol. V, pag. 55.

l'accompagna. Il prodotto comune è il serpentino lamellare antigoritico. La titanolivina però è assai più resistente della olivina ordinaria, cosicchè la alterazione si manifesta solo, per la presenza di qualche lamella di antigorite inclusa o periferica al minerale. L'alterazione più interessante, comune tanto alla titanolivina come alla olivina, è data dalla formazione di un pirosseno diopsidico, in lamelle incolore, generalmente allungate, con sfaldature caratteristiche per i pirosseni e con angolo di estinzione sopra lamine {010} : $s$ : $n_g$ = 38°....40°. Quando il pirosseno è prodotto dalla titanolivina include quasi sempre dei granuletti neri opachi probabilmente costituiti da ilmenite. Rimasi molto dubbioso prima di considerare questo pirosseno come prodotto di alterazione dei peridoti, ma poi mi decisi sembrandomi questa l'ipotesi, che meglio corrisponde ai fatti osservati ed in secondo luogo perchè una analoga alterazione fu osservata ed ammessa anche dal Becke (1) e dal Munteanu-Murgoci (2).

Dalle soprariferite proprietà della titanolivina di Val Malenco risulta una stretta parentela tra questo minerale e l'olivina. La maggiore analogia tra i due minerali sta nella costituzione chimica, ciò che è anche provato dalla identità dei prodotti di alterazione. Deve pure sussistere una notevole analogia morfologica, ciò che vien dimostrato specialmente dalle misure, benchè imperfette, di Des Cloizeaux. Le mie osservazioni ottiche però riferiscono senza alcun dubbio la titanolivina al sistema monoclino. La titanolivina quindi, per riguardo ai minerali della famiglia dei peridoti, si trova nello stesso rapporto come i minerali monoclini della famiglia delle Humiti colla Humite propriamente detta. A rendere ancora più stretta l'analogia tra i

---

(1) F. Becke. *Olivinfels und Antigoritserpentin aus dem Stubachthal. (Hohe Tauern).* Min. u. Petr. Mittheilungen. Vol. 14, p. 275, 1895.

(2) G. Munteanu-Murgoci. *Ueber die Einschlüsse von Granat-Vesuvianfels in dem Serpentin des Paringu-Massiv's.* Bull. Société des Sciences de Bukarest. Anno IX, N. 5 e 6, pag. 21 e 22, 1900.

minerali delle due famiglie sta anche il fatto, che la titanolivina presenta per alcuni caratteri una perfetta somiglianza colla condrodite. Si distingue da questo minerale sopratutto per la composizione chimica, poi per il maggior potere rifrangente, per l'orientazione di $n_m$ e $n_p$ nei geminati e per la forte dispersione degli assi delle indicatrici $n_p$ e $n_m$ e per quella pure fortissima degli assi ottici; ma il carattere ottico, la orientazione della bisettrice acuta, il pleocroismo e le associazioni regolari col corrispondente minerale trimetrico (1) sono perfettamente identici nei due minerali. La titanolivina ha poi colle humiti identico il carattere geologico, poichè come queste, essa fino ad ora non fu riscontrata che in rocce metamorfiche e mai nelle peridotiti normali.

Notevoli sono pure le analogie della titanolivina con quella curiosa humite senza fluore e glucinifera osservata dal Schäfer (2) nei serpentinoscisti dell'Allalingebiet, in quello stesso gruppo alpino di Saas-Zermatt nel quale, come si è detto, Damour trovò la titanolivina nel 1879. La differenza più appariscente sta nel pleocroismo, perchè nel minerale in discorso, la vibrazione maggiormente assorbita, secondo Schäfer, è $n_m$.

Da ultimo ho creduto opportuno di assicurarmi che il minerale incoloro che accompagna la titanolivina di Val Malenco è olivina e non una humite. Essendo il minerale trimetrico non poteva esserci dubbio che colla humite propriamente detta (1° tipo di Scacchi). Ora l'indice di rifrazione $n_m$ della humite è 1,643 (valore dato da Sjögren per la humite di Nordmarken (3) e da me controllato con mate-

---

(1) A. Scacchi, *loc. cit.* Michel-Lévy et Lecroix. *Sur les mineraux du groupe de la humite des calcaires métamorphiques de diverses localités.* Bull. Soc. min. de France. Vol. 9, p. 81, 1886. O. Mügge. *Die regelmässige Verwachsung von Mineralien verschiedener Art.* Jahrb. f. Min. Geol. Beil. Band. 16, p. 408-409, 1893.

(2) R. W. Schäfer. *Ueber die metamorphen Gabbrogesteine des Allalingebietes in Wallis.* Tsch. Min. Mitt. Vol. 15, p. 126-130, 1896.

(3) H. Sjögren. *Contributions to Swedish Mineralogy.* Bull. of the geol. Inst. of the Univers. of Upsala. Vol. 1° p. 25, 1892-93. Credo

riale vesuviano), mentre dalle mie ricerche risulta che l' indice $n_p$ del minerale di Val Malenco è vicinissimo e cioè appena inferiore a 1,662 (α-monobromonaftalina t' = 23°) ciò che concorda perfettamente colla olivina.

*Dal Gabinetto di Mineralogia della R. Università di Pavia, Dicembre 1903.*

---

opportuno notare che in questo lavoro (pag. 34) il valore $n_m = 1,659$ dato per la condrodite è sbagliato, infatti dai calcoli risulta uguale a 1,638.

E. Billows

# Su d'una roccia di filone di Torreglia (Euganei) con geodi di calcite e quarzo ametista e rutilifero.

Il Reyer (¹) segna nella sua carta geologica degli Euganei a NO. di Torreglia, un filone di roccia basica che affiora nella scaglia in tre luoghi vicinissimi e in direzione circa NS.

Il prof. Squinabol (²) notò in tale filone il quarzo ametista ed il rutilo compresovi dentro.

Io ho visitato il giacimento ed ho preso sul posto alcuni campioni; la maggior parte di essi però mi furono donati dal suddetto professore al quale esterno i miei più vivi ringraziamenti.

## I. Studio petrografico

Roccia a struttura porfirica in parte fresca nella frattura, in parte alterata. Dove la frattura è fresca, il colore è grigio verdognolo, dove è alterata, è grigio ceruleo ed è infine rossastro laddove la roccia è manifestamente impregnata di limonite.

I componenti sono:

*Augite* in due segregazioni distinte, una di interclusi molto scarsamente distribuiti e di dimensioni non notevoli, e l'altra di granuli e microliti non abbondantemente diffusi nella pasta fondamentale delle porzioni fresche della roccia.

---

(¹) Vedi Reyer — Die Euganeen (mit einer Karte), Wien, 1872.

(²) Vedi anche Squinabol — Osservazioni sopra un filone a geodi di quarzo presso Torreglia (Euganei). *Atti e Memorie della R. Acc. di scienze, lettere ed arti in Padova,* Vol. XVIII, 1902.

Le sezioni di cristalli, molto rare, sono esagonali ed ottagonali, spesso con contorni arrotondati, e insieme ai granuli, sono a forte rilievo e a colore rosso bruno giallastro molto sbiadito con pleocroismo appena sensibile, e con estinzioni nella maggior parte dei casi oblique, con colori d'interferenza del giallo del I° ordine e segno ottico positivo dell'allungamento delle sezioni esagonali. In qualche sezione ho potuto osservare il caratteristico doppio sistema a grata di linee di sfaldatura ad angolo di ca. 92°.

Il massimo dell'estinzione da me misurata è $c : c = 44°$ circa.

In tre delle mie quattro sezioni l'ho trovato completamente alterata in un minerale che è probabilmente celadonite.

Essa ha:

*a*) ***inclusioni vetrose*** non abbondanti, di solito piccolissime, di forma generalmente tonda con libella sempre immobile, circondate da orlo scuro;

*b*) ***magnetite*** in scarsi granuli neri perfettamente opachi a splendore metallico, distribuiti nel centro delle sezioni e anche agli orli là dove l'augite si mostra smangiata e calcitizzata.

*Plagioclasio,* in due segregazioni, una prima segregazione più antica costituita di assai grossi interclusi trasparenti, perfettamente incolori contenenti inclusioni diverse, o isolati o più o meno intimamente associati in gruppi di due o più individui irregolarmente disposti, e una seconda segregazione avvenuta posteriormente nel periodo effusivo della consolidazione del magma costituita di listerelle assai più piccole, incolori e alquanto meno trasparenti per più numerose inclusioni e con evidente disposizione fluidale, che formano con la loro presenza la parte prevalente della massa fondamentale. Rilievo debole.

Tanto i grossi interclusi quanto le listerelle della massa fondamentale mostrano in sezione contorni più o meno leggermente corrosi con insinuazioni più o meno profonde della base vetrosa, e a nicol incrociati a luce parallela si mostrano grigio-chiari del I° ordine, e con la caratteristica struttura a fasce alternativamente chiare e scure più o

meno strette e anche larghe, nettamente definite o anche sfumate, dovuta alla geminazione polisintetica secondo la legge dell'albite.

In una sezione poco inclinata dalla 010 di un cristallo (110)(10$\bar{1}$)(001) a contorni abbastanza netti e diritti ebbi l'angolo di estinzione di circa 30° rispetto a [001]. Vi ho osservato inoltre le tracce della sfaldatura secondo (001).

Su sezioni approssimativamente perpendicolari a (010) ho misurato i seguenti angoli a destra e a sinistra delle tracce di geminazione albitica: 9°.20' e 12°.50', 14°.10' e 15°, 17°.20' e 18°.30', 18°.40' e 20°.30', 19°.40' e 21°.20', 22°.10' e 25°.50', 24°.50' e 27°, 28°.30' e 30°.10', 30°.10' e 31°, 27°.40' e 34°. Il massimo dell'estinzione nella zona perpendicolare a (010) oscilla dunque fra 31° e 34°.

Il massimo d'estinzione da me misurato su pochissime sezioni quasi parallele a 010 è di 31°.10' rispetto a [001].

Ho notato in alcuni casi nei soli interclusi la geminazione a liste assai più strette quasi normali alle albitiche secondo il periclino, e anche quella coniugata secondo le leggi combinate albite e Karlsbad.

Dall'osservazione della linea di Becke rispetto al balsamo mi risulta che tanto $\alpha'$ quanto $\gamma'$ (1) sono maggiori dell'indice 1,54.

Fatta la polvere a grani piccoli di quasi eguale grossezza e scelti alcuni grani fra quelli a lucentezza vetrosa, che esaminati con la lente mi sembravano omogenei, ne provai il peso specifico immergendoli successivamente in diverse soluzioni di Thoulet già empiricamente graduate. Trovai così che questi grani stanno per il peso specifico fra la labradorite e l'anortite. Polverizzate ed esaminate al microscopio le laminette di sfaldatura che ne risultarono, vidi nettissime listerelle di geminazione secondo l'albite e qualcheduna le mostrava anche secondo il periclino. Estinzioni nettissime.

Ho misurato a destra e a sinistra delle tracce di geminazione secondo l'albite rispettivamente 34°.20' e 28°.40', e a

(1) Per $\alpha'$ e $\gamma'$ intendo due valori compresi fra $\alpha$ e $\gamma$.

destra e a sinistra di quelle secondo il periclino rispettivamente 7°.10' e 8°.50'.

Trovai per confronto, impiegando dapprima essenza [1] d'anice stellato e poi una opportuna miscela di essenze di garofani e di cannella Ceylon:

$$\alpha' > 1{,}5525 < \gamma'$$
$$\alpha' < 1{,}5648 > \gamma'$$

cioè tanto $\alpha'$ quanto $\gamma'$ sono compresi fra i limiti 1,5525 e 1,5648 entro i quali sono compresi gli indici $\alpha$ e $\gamma$ dei plagioclasi di composizione fra $Ab_4\ An_3$ e $Ab_1\ An_1$.

Messa la determinazione degli indici in correlazione con tutte le altre determinazioni ottiche, mi risulta chiaramente che il plagioclasio, che entra come interclusi nella costituzione essenziale della roccia, ha i caratteri di una *labradorite* di composizione compresa fra $Ab_1\ An_1$ e $Ab_2\ An_3$.

In quanto al plagioclasio della pasta fondamentale, esso non ha presumibilmente l'identica basicità degli interclusi; sembra, almeno in parte, più acido data la struttura zonare marcata che vi predomina in molti casi.

Le liste dei grandi interclusi di *labradorite* non sono in molti casi intieri, ma mostrano frantumazioni e venature a reticolato con le linee di frantumazione e le venature riempite di calcite.

In rari casi ho osservato anche negli interclusi struttura zonare evidente, specialmente negli individui più grossi. Le estinzioni decrescevano da 57°.30' nel nucleo centrale a 42°.30' nella zona esterna, rispetto alle suture di geminazione albitica. Evidentemente il nucleo centrale è più basico della zona esterna; forse è anortitico. Vi sono:

*a*) *inclusioni vetrose,* a bollicine trasparenti con orlo scuro all'intorno più o meno grande;

---

[1] Riva — Sopra due sanidiniti delle isole Flegree con alcune considerazioni intorno all'impiego dei liquidi a noto indice di rifrazione per la determinazione dei minerali componenti le rocce. — *Rendiconti della R. Accad. dei Lincei. Classe Scienze*. Vol. IX, serie 5ª.

*b*) granuli e ottaedri di *magnetite*. Anche cristallizzazioni scheletriche e dendriti più o meno esili;

*c*) plaghette verdi di *minerale cloritico*. Laddove ci sono queste plaghette si osserva la magnetite in tenui dendriti, molto probabilmente posteriori alla consolidazione del feldspato.

*d*) microliti di *apatite* chiari, trasparenti, a rilievo medio più forte di quello del minerale includente. Sono esili aghetti a estinzione parallela al senso della loro lunghezza, o sezioni esagonali estinte a nicol incrociati.

*Sanidino* in scarsissimi interclusi di prima segregazione, trasparentissimi, incolori. In qualche punto all'orlo di uno dei preparati ho visto più chiaramente che altrove la linea di Becke uscire dall'orlo del minerale per andare nel balsamo col sollevare il tubo del microscopio, per cui tanto $\alpha'$ quanto $\gamma'$ sono minori di 1,54 come deve essere infatti per il sanidino.

Le estinzioni da me misurate rispetto alla direzione di allungamento vanno da quasi 0° fino al massimo di circa 9°.

*Amfibolo* di color bruno chiaro, pleocroico dal bruno cupo al giallo brunastro chiaro, con colori di polarizzazione per lo più del giallo aranciato del I° ordine, rilievo medio e segno positivo dell'allungamento. Massimo di estinzione 13° circa.

Sono aghetti minutissimi bizzaramente disposti in tutti i sensi e in copia in certe zone e plaghette della roccia a struttura originariamente diversa per predominio di base vitrea.

In queste stesse plaghette e zone si trova in tracce anche la *biotite* di colore e rilievo simili a quelli dell'anfibolo, ma con fibrosità più spiccata, pleocroismo alquanto più forte ed estinzione costantemente di 0°.

La *magnetite*, nera, opaca, a riflessi metallici, la osservai abbondantemente cosparsa per tutta la sezione sia in granuli cubici ed ottaedrici, o isolati, o aggruppati in più individui, sia ancora in copiose dendriti più o meno accumulate là dove predomina la base vetrosa e la celadonite e altresì nelle plaghe verdoline dentro i felspati. La suddetta

magnetite forma grossi individui granulari agli orli degli interclusi pirossenici.

Essa è manifestamente di due formazioni: la originaria, come inclusioni granulari e poliedriche nei grossi interclusi e nelle listerelle di plagioclasio della massa fondamentale, come pure nelle cristallizzazioni scheletriche microlitiche in esilissime dendriti risolvibili solo a fortissimo ingrandimento nella base vetrosa, e la secondaria in dendriti e in granuli agli orli di molti grossi interclusi.

Insieme alla magnetite si trova molto copiosa l'*ilmenite,* che talvolta si presenta in laminette esagonali brune translucide.

La *celadonite* si presenta predominantemente sparsa per tutta la sezione o in vene o in piccole plaghe tonde a contorni indecisi o anche con la forma delle sezioni automorfe di augite, verdi chiare, a rilievo medio ed evidente struttura fibroso-raggiata, con manifesta polarizzazione di aggregato. A fortissimo ingrandimento ho constatato meglio la disposizione a rosette raggiate e la birifrazione quasi micacea con colori di polarizzazione che vanno spesso fino al rosso del I° ordine.

La *massa fondamentale* è costituita da un fitto reticolato di listerelle di labradorite in gran parte di acidità maggiore di quella degli interclusi, susseguentisi in disposizione fluidale, e anche raggruppantisi in alcuni punti a coccarda con o senza al centro qualche granulo di magnetite, da rari microliti di pirosseno e di apatite e da abbondante prodotto verde chiaro celadonitico, che occupa intersertalmente, insieme al residuo di base vetrosa e alla magnetite, gli spazi compresi fra le suddette listerelle di labradorite. In qualche zona della massa fondamentale nella quale predomina la base vetrosa piena di microliti vari si trovano tracce di biotite in listerelle e in copia aghetti minutissimi di anfibolo, i quali del resto si trovano più raramente sparsi qua e là in tutto il resto della massa fondamentale.

Qua e là nella massa fondamentale ho osservato vene di *calcite,* che passano semplici o ramificate per tutta la sezione ricoprendo anche i grossi interclusi porfirici, ed ho

osservato anche frammenti più o meno grandi inclusi di *calcite spatica* con le caratteristiche tracce di sfaldatura a W, e mostranti a nicol incrociati colori di polarizzazione iridati e vivaci a luce parallela, e a luce convergente la croce nera e gli anelli colorati col centro generalmente fuori del campo.

La calcite altresì costituisce il fondo d'una delle geodi quarzifere della roccia.

Sia la calcite interclusa nella massa fondamentale, sia quella del fondo della geode mostrano questa singolarità, di offrire cioè qua e là numerose vacuole isolate ed associate, visibili anche con la sola lente, più o meno irregolarmente chiuse, a forma lenticolare biconvessa ad estremità troncate rettilineamente, oppure, più spesso, aperte, a pareti costituite di zone di calcite spatica alternativamente estinguentisi e con l'interno o riempito di calcite della stessa natura di quella delle pareti, o vuoto, oppure riempito di celadonite con la fibrosità perpendicolare agli orli. Le linee di separazione fra le singole zone mostransi o nette o riempite di celadonite.

La prova microchimica da me fatta sulla sostanza bianca che riempie zonalmente le pareti delle vacuole e il loro centro mi dice chiaramente che tale sostanza non è altro che calcite, poichè trattandola con acido a freddo sparì tutta quanta rapidamente producendo viva effervescenza.

A mio modo di vedere quelle bizzarre forme lenticolari non sarebbero che riempimenti concrezionati calcarei di vacuole prodotte nella calcite impigliata nella roccia.

Dal complesso di tutto l'esame ottico credo di poter concludere che la roccia di filone di Torreglia sia ***un basalte privo di olivina di aspetto doleritico, prevalentemente plagioclasico, con celadonite cosparsa in tutta la massa fondamentale e in sostituzione di gran parte del pirosseno.***

I frammenti e le geodi intercluse di calcite non sarebbero che frammenti del calcare incassante metamorfosato per effetto del contatto della roccia silicata ignea e in essa impigliata e trascinata nell'atto dell'eruzione.

## II. Studio mineralogico

Le geodi racchiuse nella roccia di cui sopra, delle quali ho passato in esame una quarantina di frammenti di svariatissime dimensioni risultano interessanti per la limpidezza e per la predominante regolarità di forma cristallina del quarzo, per il bel colore ametistino di alcuni cristalli anche grossi del medesimo minerale, per la pseudomorfosi di buona parte di esso su calcite, per numerosissime inclusioni di rutilo, come pure per altre particolarità notevoli, come, p. e.: una certa associazione piuttosto regolare della maggior parte dei cristalli di quarzo, che seguono nel riunirsi una determinata legge, che, come vedremo, è speciale per le geodi di cui ci occupiamo. Ecco le specie:

*Calcite.* Costituisce quasi sempre lo strato geodico in immediato contatto con le pareti delle cavità della roccia. Quando non è in immediato contatto con le pareti allora si osserva uno straterello sottile di separazione, costituito da limonite ocracea rosso giallastra.

È di colore da bianco lattiginoso a bianco rossastro, raramente gialliccio e grigio. Nell'interno è spatica, ma alla superficie sia scoperta, sia ricoperta da quarzo, è sviluppata in cristalli debolmente translucidi, a facce a lucentezza assai smorta, mostranti poco sviluppate e lievemente arrotondate le forme comuni della classe $\varkappa_4$ : (110), $(20\bar{1})$, $(21\bar{1})$.

In una sola geode ho notato la combinazione delle due prime forme con predominio della seconda a facce curve. Nella maggior parte dei casi si osserva soltanto la prima forma in individui anche piuttosto grandi.

La combinazione della prima e della terza forma in numerosissimi individui regolari di media grossezza a facce piane ma molto appannate intimamente associati l'ho notata solamente una volta in una grossa geode costituita di sola calcite cristallizzata a substrato di calcite spatica. I cristallini $\varkappa_4$ (110)$(2\bar{1}\bar{1})$ di calcite sono in questa bellissima geode ricoperti di materia verde-azzurrastra pallida d'aspetto pulverulento e lucentezza grassa, che vedremo poi non essere altro che celadonite.

All' infuori di questi casi si ha dappertutto la combinazione $\alpha_4$ (110)(2$\bar{1}\bar{1}$), però sempre con forte predominio di (110).

A cagione del predominio di questo romboedro schiacciato, la calcite cristallizzata di queste geodi offre il noto abito più o meno dissimulato detto « a testa di chiodo ».

Provando col temperino la sfaldatura, ho verificato che essa ha luogo secondo piani che troncano i vertici laterali del romboedro, ed ogni coppia di tali piani è in zona con la faccia intermedia, per cui la forma è $\alpha_4$ (110).

Le facce non si prestano a misure goniometriche.

Oltre che nello stato spatico e cristallizzato la nostra calcite si presenta in polvere di color giallo che ricopre in parte la sua parte cristallizzata, in parte si annida negli interstizi dei cristalli di quarzo.

*Quarzo.* Si presenta in cristalli più o meno intieramente sviluppati sulla crosta silicea ricoprente la calcite del fondo delle geodi, di tutte le dimensioni fino alla grossezza di un pollice e più. Da limpidissimo e incoloro nella maggior parte dei casi passa ad assumere colori dal biancastro torbido al giallastro, al roseo e rossastro e all'ametistino. Una delle geodi è costituita di cristalli grossi tutti d'un bel colore ametista. I cristalli limpidi e incolori sono i soli che contengono qua e là inclusioni raggiate di rutilo. I cristalli colorati, a differenza di quelli incolori, che si trovano prevalentemente nelle geodi che appaiono in porzioni di roccia inalterata, si trovano nelle geodi di porzioni di roccia alterata e colorata in rosso giallastro per impregnazione di limonite, e i pochi cristalli ametistini si trovano di preferenza anche là dove nella calcite del fondo si trova della materia nero-bruna scura pirolusitica.

Mostrano esclusivamente le seguenti forme comuni della classe $\iota_4$, sempre riunite in una sola combinazione (100)(22$\bar{1}$) (2$\bar{1}\bar{1}$). Nella maggior parte dei casi l'abito è regolare, e, per lo più negli individui più piccoli, i cristalli sono assai poco allungati nel senso dell'asse [111], con le facce quasi perfettamente piane e levigate, meno quelle del prisma che sono assai lievemente striate orizzontalmente. Quanto più sono grossi gli individui tanto più mostrano tendenza all'allun-

gamento secondo [111] e a più profonda striatura orizzontale delle facce prismatiche.

Non ho notato curvature di facce, bensì deboli poliedrie, che sono più marcate nei cristalli più grossi, nè ho notato alcuna geminazione, bensì, specialmente nei cristalli più grossi, qualche associazione polisintetica di due o più individui ad assi superiori poco divergenti con enorme prevalenza d'un solo individuo.

Raramente i cristalli sono distorti e per lo più lo sono assai poco, riducendosi il tutto ad una assai grande, ma nello stesso tempo regolare prevalenza delle facce di $\varepsilon_4$ (100) su quelle di $\varepsilon_4$ (22$\bar{1}$).

Nel seguente quadro riporto le mie numerosissime misure goniometriche eseguite su una diecina di cristalli fra i migliori, mettendole a confronto coi valori da me calcolati in base alla costante da me stabilita e con quelli calcolati con le costanti di KUPFFER e di DESCLOIZEAUX, generalmente riferite nei trattati.

| ANGOLI | MISURATI | | | CALCOLATI | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | n | medie | I | $d_1$ | II | $d_2$ | III | $d_3$ |
| 100 : 010 | 85°.37′ — 86°.18′.20″ | 9 | 85°.44′.55″ | 85°.53′.20″ | — 8′.25″ | 45′.22″ | — 0′.27″ | 45′. 9″ | — 0′. 5″ |
| 100 : 21̄2 | 103.15.40 — 104.45.40 | 42 | 103 .45.13 | 103 .45.13 | — | 34.20 | + 10.53 | 33.48 | + 11.25 |
| 100 : 211̄ | 36. 8.40 — 39.51.40 | 73 | 37 .48.43 | 38 . 7.24 | — 18.41 | 12.50 | — 24. 7 | 13. 6 | — 24.23 |
| 100 : 112̄ | 66. 2.20 — 67.43.20 | 117 | 66 .35.56 | 66 .50.14 | — 14.18 | 52. 4 | — 16. 8 | 52. 9 | — 16.13 |
| 100 : 221̄ | 45 .53 — 47 .18 | 96 | 46 .27.35 | 46 .19.31 | + 8. 4 | 15.51 | + 11.44 | 15.41 | + 11.54 |
| 21̄1̄ : 112̄ | 59.42.20 — 60.15.20 | 55 | 60 . 1. 2 | 60 . 0. 0 | + 1. 2 | 0. 0 | + 1. 2 | 0. 0 | + 1. 2 |
| | | | | | (1) $\varepsilon_1 = 11.17$ | | $\varepsilon_2 = 14.27$ | | $\varepsilon_3 = 14.39$ |

Nella colonna I sono riportati i valori da me calcolati in base alla costante $\rho_1 = 51°.52'.36''$ da me stabilita, nella colonna II quelli in base alla costante di Kupffer, $\rho_2 = 51°.47'.10''$, e nella III quelli in base alla costante di Descloizeaux, $\rho_3 = 51°.46'.54''$.

(1) Le medie $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$, $\varepsilon_3$, delle differenze sono state calcolate tenendo conto del numero $n$ delle misure relative ai singoli angoli a cui quelle differenze si riferiscono.

Dall'esame del precedente quadro si scorge che la costante da me stabilita $\rho_1 = 51^\circ.52'.36''$ per il quarzo di Torreglia è la più vicina alla vera, essendo nel complesso gli angoli calcolati con essa più vicini ai misurati di quelli calcolati con le costanti di Kuppfer e di Descloizeaux.

Si scorge altresì che quantunque i limiti delle misure siano relativamente troppo larghi per gli angoli fra le facce contigue dei romboedri e del prisma, ciò che è dovuto evidentemente all'effetto delle striature orizzontali, il valore medio dedotto da ben 73 misurazioni è molto più vicino al teoretico dedotto dalla costante da me stabilita, che a quelli dedotti dalle altre due costanti.

Sono notevoli i fatti che, mentre i numerosissimi cristallini minuti, sviluppatisi sulla crosticina silicea che ricopre in tutto o in parte la calcite, non mostrano che una terminazione sola, la maggior parte dei cristalli di media dimensione mostrano, almeno in parte, tutte e due le terminazioni, poichè anzichè essere impiantati per dritto nella calcite lo sono di sbieco e là dove sono impiantati si mostrano, in molti casi, più o meno profondamente corrosi, e che lo sviluppo maggiore dei cristalli si osserva man mano che si procede verso gli spigoli dei romboedri di calcite dove l'associazione dei diversi individui strettamente addossati a vicenda assume l'elegante aspetto di associazione elicoidale (già nota *ab antiquo* fin dai tempi del Weiss) con divergenza degli assi superiori. E quanto più numerosi sono i romboedri $\varkappa_4$ (110) di calcite e quanto meno voluminosi sono gli individui di quarzo sviluppati lungo gli spigoli di questi romboedri, altrettanto più evidente si mostra il bizzarro intrecciarsi delle numerosissime fila elicoidali.

In quelle geodi nelle quali i cristalli di quarzo sono tutti in proporzioni molto più grosse per sviluppo alquanto più progredito tali fila elicoidali mostransi assai più confuse e quindi meno distinguibili.

Nei cristalli molto grossi tale legge di associazione non si scorge perchè sono per lo più isolati; solo ne resta una traccia nella associazione polisintetica di due o più individui sopra menzionata nella quale scorgesi, una più o meno lieve divergenza degli assi superiori.

In tre frammenti di geode ho però osservato gruppi di due o tre cristalli non troppo grossi quasi giacenti sul fondo di calcite e susseguentisi assai elegantemente in spire elicoidali a passo molto ampio.

*Rutilo.* Trovasi incluso qua e là nel solo quarzo limpido e incoloro. Predomina nel quarzo ad incompleto sviluppo cristallino che ricopre immediatamente la calcite e solo raramente trovasi in qualche cristallo a sviluppo completo. Ad occhio nudo le sezioni di rutilo appaiono come tanti punti nerastri; al microscopio si risolvono in aggregati elegantissimi raggiati di individui aghiformi troppo minuti e a troppo incompleto sviluppo cristallino perchè mi potessi fidare di isolarli corrodendo il quarzo includente con acido fluoridrico, per sottoporli alle misure goniometriche.

È probabile che questo rutilo provenga dalla roccia che è titanifera, come risulterebbe dall'esame microscopico dell'augite, e come risulterebbe altresì dall'analisi chimica che il dott. ONGARO [1] fece della roccia e dalla presenza della ilmenite da me osservata.

*Celadonite.* È notevole che nella sola geode che ho osservato essere costituita di calcite senza la pseudomorfosi del quarzo i cristalli di calcite si osservano come ricoperti quasi totalmente da una esile crosticina di aspetto quasi pulverulento e di color verde-azzurrastro pallido a lucentezza grassa di un minerale terroso e tenerissimo.

Esaminato al microscopio si risolveva in un feltro di sottilissime fibre capillari flessibili riunite a rosetta di color verde chiaro a lucentezza sericea. Le fibre erano più nettamente visibili agli orli. Elevati colori di polarizzazione. Probabilmente esso è analogo alla celadonite che cosparge tutta la massa della roccia e che si vede come inclusione nelle vacuole lenticolari della calcite osservate nelle sezioni sottili.

*Pirolusite.* Immediatamente sotto lo strato di calcite del fondo di geode che sostiene i cristalli di quarzo ametista e di quarzo roseo e rossastro si trovano delle vacuole ri-

---

[1] Cfr. SQUINABOL. Loc. cit., pag. 5.

piene di copiosa materia nerastra pulverulenta commista con un po' di polvere rosso-bruna.

Fatta la perla al sal di fosforo, ho visto che alla fiamma ossidante si colorava in ametista.

Fondendo con carbonato sodico sulla lamina di platino alla fiamma riducente ottenevo un bel colore verde azzurro carico.

Sciolta la materia suddetta in acido nitrico con solfocianato potassico si è colorata la soluzione in rosso.

Si tratta quindi di un miscuglio di ossidi di manganese inquinato da limonite, che contribuisce a dare il pigmento ametistino al quarzo.

Anche il quarzo a tinte rosse pallide mi diede, fuso con carbonato sodico sulla lamina di platino, la reazione del manganese, e alla perla al sal di fosforo la reazione del manganese e del ferro.

In ultimo non è da trascurarsi la presenza della *limonite,* la quale allo stato ocraceo bruno-giallastro o impregna la calcite e il quarzo colorando quella in bianco rossastro, e questo in roseo, rossastro, o giallo, o si trova a formare un sottile straterello di separazione fra la calcite del fondo di geode e le pareti della cavità della roccia, la quale in questo caso ne è a sua volta impregnata, o riveste d'un esilissimo intonaco bruno pulverulento alcuni cristalli di quarzo e di calcite, o infine si mischia a più o meno grande quantità di pirolusite, contribuendo con questo a formare il pigmento ametistino, roseo e rosso del quarzo.

*Dal Gabinetto di Mineralogia della R. Università di Padova, Febbraio 1904.*

# INDICE DEL VOL. XXX

Vol. XXXI. Fasc. I. II. e III.

# RIVISTA

DI

# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA ITALIANA

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

## Pubblicazioni



PADOVA

SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA

1904

# RIVISTA

DI

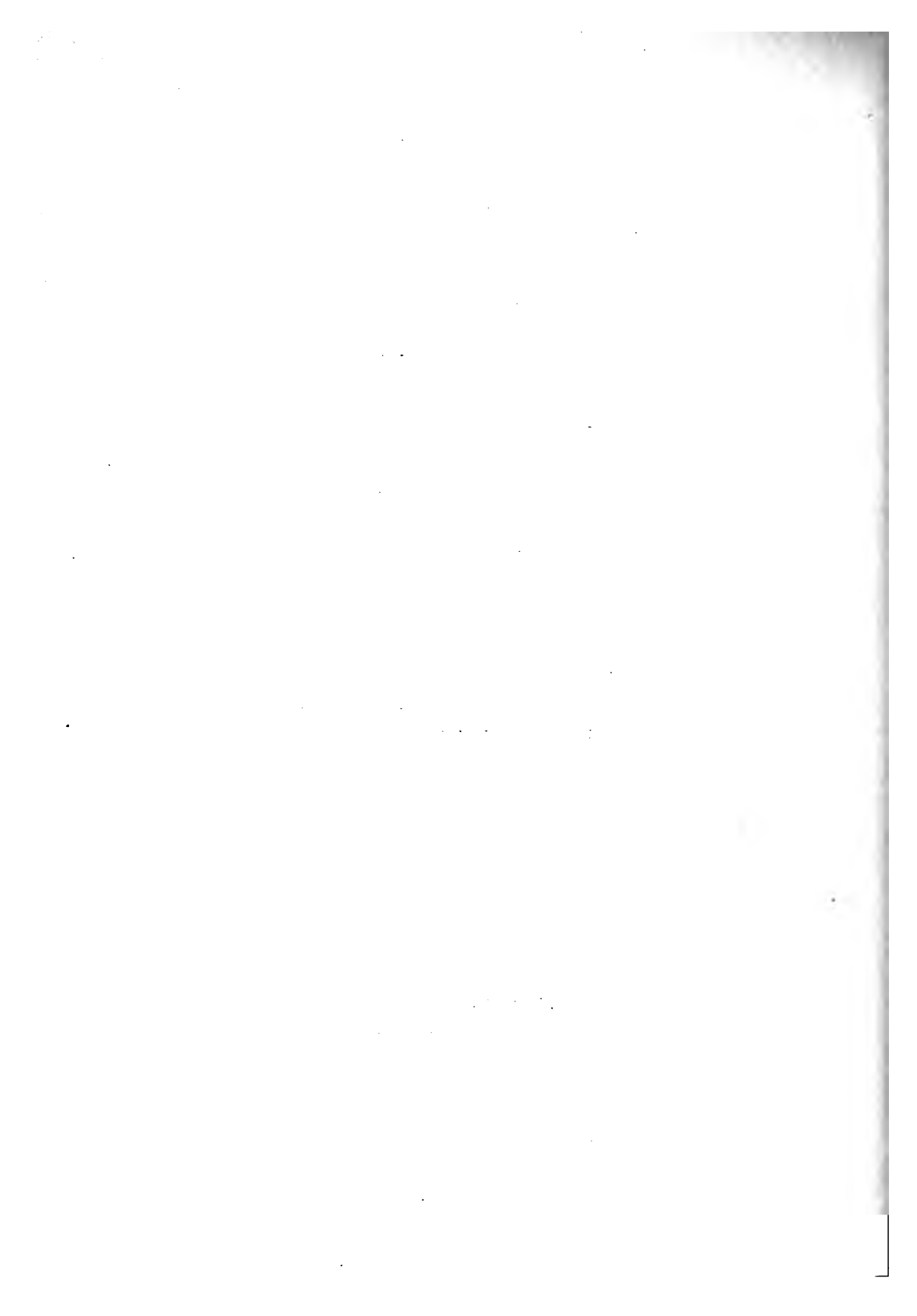
# MINERALOGIA E CRISTALLOGRAFIA

## ITALIANA

DIRETTA DA R. PANEBIANCO

---

## VOL. XXXI

PADOVA
SOCIETÀ COOPERATIVA TIPOGRAFICA
1904

E. Billows

# Sulla Celestite di Monte Viale nel Vicentino

(con una tavola)

Il prof. Panebianco pubblicò 20 anni addietro una breve nota illustrativa [1] dei vistosi e numerosi esemplari di celestite del vicentino posseduti dal nostro Museo, riservandosi di farvi sopra un lavoro completo quando il Gabinetto fosse convenientemente provveduto dei mezzi adatti per permettergli di intraprenderlo e si limitò a fare dal lato cristallografico solo pochissime misure angolari per mezzo del goniometro Wollaston, modello piccolo.

Pochi anni dopo, fornito il Gabinetto di Mineralogia dei mezzi adatti, il detto professore lasciò che il prof. Negri [2] facesse uno studio cristallografico completo sulla celestite di Montecchio Maggiore. Restava da studiare completamente quella di Monte Viale, e il prof. Panebianco quest'anno gentilmente lasciò a me di farlo.

Qui appresso riporto i miei studi fatti sul giacimento e sui cristalli della celestite di Monte Viale.

## I. **Giacimento**

Le note località di celestite nel Vicentino sono, come è noto, Monte Viale, Castel Gomberto e Montecchio Mag-

(1) R. Panebianco. - Celestina del Vicentino - *Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze Naturali,* Vol. IX, fasc. 1°, 1884.

(2) G. B. Negri. - Celestina incrostante una brecciola basaltica di Montecchio Maggiore — *Rivista di Min. e Crist. it.,* Vol. I, 1887. Anche il prof. Bettanini pubblicò quasi contemporaneamente una breve nota sulla celestite della medesima località nella *Rivista scientifico-industriale di Firenze*, recenzionata nel Vol. I della *Riv. di Min. e Crist. it.*

giore, e corrispondentemente alle tre località vi sono tre forme diverse di giacimento: a Monte Viale nel calcare conchiglifero e madreporico degli strati eocenici di Castel Gomberto; a Castel Gomberto in vene di calcite bianca nel tufo vulcanico oligocenico di color verde-cenere passante alla brecciola basaltica verde-grigiastra della località di Boccara; e infine a Montecchio Maggiore il giacimento è nelle cavità del basalte amigdaloide, ma qui in parte anche incrosta una brecciola simile a quella di Boccara.

Lasciando da parte gli altri giacimenti, mi occupo qui in modo speciale del giacimento di Monte Viale. Secondo quello che dice il MARASCHINI [1], il primo a far conoscere ai naturalisti la celestite come esistente nei fossili marini fu il prof. MORETTI, che ne diede notizia in una sua memoria da lui pubblicata nel 1812.

Così dice il MARASCHINI a pag. 176 della sua opera: « Riesce molto interessante la collezione che può farsi a « Monte Viale di sostanze poliparie; e fu appunto in tale « località che si scoprì per la prima volta nell' interno delle « madrepore la *strontiana solfata,* che poscia si ritrovò « anche al monte Grumi ed in qualche altro luogo. Il fatto « però che osservai in tale località, e che resta tuttora « unico, si è quello della *strontiana solfata modificata in « conchiglie.* »

Di queste conchiglie a cui accennano il MORETTI e il MARASCHINI dirò in seguito.

Molto più recentemente il REUSS [2], come si legge a pag. 145 della Memoria del TARAMELLI: *Geologia delle provincie venete* con *Carte geologiche e profili* [3] dice:

« Sotto il nome di strati di Castel Gomberto vengono « abbracciate molte località; quali sono monte Pulgo, monte « Castellaro presso Castel Gomberto, monte Grumi, monte « Spiardo, S. Trinità e monte Carriole, Montecchio Mag-

---

(1) Saggio geologico sulle formazioni delle rocce del Vicentino. Padova 1824.

(2) REUSS. - Die fossilen Anthozoen der Schichten von Castel Gomberto - *Denkschr. K. Akad. d. Wiss.* Wien 1868, Vol. 28.

(3) *R. Acc. d. Lincei. Classe Scienze* (3), Vol. XIII.

« giore, monte Rivon, monte Carlotta, *Monte Viale,* Canal « di Peruzzi, Crocetta di Vicenza, Zovencedo, San Gonini « e Ponte. »

« Quanto alle rocce, prevalgono ora i tufi, ora il cal- « care bucherellato o compatto e bianco, come a monte « Pulgo e monte Rivon. In alcuni siti i coralli sono vera- « mente a banchi ed associati in masse grandiose, oppure « sono sparsi e in piccoli individui. »

« E le più interessanti particolarità di pseudomorfosi, « di sostituzioni, di ricostituzioni di parti dure avvennero « anche in queste rocce relativamente recenti; *sino ad « avere polipai esattamente modellati in calcite, formanti « nel loro interno delle geodi con questo minerale e con « celestina.* »

Qui adunque si vede già un accenno all'altro fatto importante della celestite esistente insieme alla calcite nei polipai e formante geodi nell' interno dei blocchi madreporici.

Dopo la citazione degli Autori non ho che poche osservazioni mie da dire in aggiunta e a conferma di quanto pubblicò il Panebianco nel lavoro succitato.

Innanzi tutto ho da notare che ho visitato io stesso lo scorso autunno il giacimento, e ho constatato la presenza di calcite bianca e gialliccia e di celestite azzurra e biancastra entro i grossi blocchi di calcare madreporico e conchiglifero, che i cavatori trasportavano via dalle cave di Monte Viale, e ho riscontrato così la similitudine dei pezzi visti sul posto con quelli esistenti in collezione nel Museo.

Notevole si è che tanto in quelli quanto in questi la celestite spatica d'un bel colore azzurro carico riempie lo spazio compreso fra l' impronta e il nucleo di grossi gasteropodi fossili. Anzi, osservando il modello interno di un campione di questi fossili, stupendo esemplare del Museo grosso un po' più di un pugno, ho rimarcato che la celestite spatica vi forma come una regolare incrostazione, molto tenue all'orlo della falda e molto ispessita invece fino a circa 1 cm. e mezzo di spessore là dove la conchiglia dell'animale vivente, doveva avere il suo massimo spessore, e offre superficie liscia e arrotondata in rilievo precisamente

tale zona, serie di tre immagini multiple accumulate equidistanti fra loro, evidentemente per la presenza di due facce vicinali insieme alla faccia basale. In un caso ho notato che la distanza angolare delle due immagini estreme era grandissima, cioè di 1° circa. Tali serie di immagini sono evidentemente dovute alla striatura.

(110) osservata in tutti i cristalli, non mostra che due faccie cioè 110 e $\bar{1}10$ perchè i cristalli sono impiantati per un estremo dell'asse di simmetria. Le due facce sono piane e liscie, ma poco lucenti e riflettono immagini semplici di scarsa brillantezza e a contorni indecisi.

Sono quasi equidimensionali nei cristalli più piccoli, perdono questo carattere man mano che si trovano in cristalli di maggiori dimensioni.

(011) è costantemente presente. Due sole facce 011 e $01\bar{1}$ per la stessa ragione che per quelle di (110), entrambi pianissime e levigate, qualche rara volta scabre, ma sempre a discreta lucentezza, poichè offrono immagini semplici e nitide sebbene poco brillanti. Sono strette ed equidimensionali nei cristalli più piccoli, in quelli più grandi sono invece in rapporti areali relativamente elevati.

In un individuo una delle facce mancava totalmente.

(102) osservata in tutti i cristalli; a facce strettissime, quasi equidimensionali, perfettamente piane e liscie, ma a superficie interrotta ripetutamente, poichè lo spigolo [102:$10\bar{2}$] e quello parallelo si mostrano più o meno profondamente addentellati. Dànno al goniometro immagini semplici o quasi, generalmente brillantissime e nitidissime, in uno degli individui più grandi, una di esse mostrava immagine duplice, evidentemente per diedria. Non tutte le facce sono sempre presenti insieme.

(104) osservata in tutti i cristalli, a facce tutte presenti, nella maggior parte dei casi relativamente assai più larghe di quelle della forma precedente. Non in tutti gli individui esse sono di eguale larghezza. In qualche caso, sia nei cristalli maggiori, sia nei minori una predomina di molto sulle altre. Sono più o meno fortemente striate nel senso della zona [010], sì da dare al goniometro immagini multiple. In qualche caso, nei cristalli medî, dànno immagini

duplici o triplici, in qualche altro, nei cristalli minori, dànno immagini quasi semplici; però in ogni caso esse sono brillantissime.

In un cristallo dei più grossi una delle facce di questa forma dava una estensione di immagini, tutte quasi omogeneamente distribuite orizzontalmente, per circa 2°, evidentemente per effetto di forte convessità.

(105) l'ho trovato nella zona [010] in due soli cristalli con una sola faccia strettissima, ma nettamente visibile con lente abbassata. Facce piane, debolmente lucenti, dando immagini semplici per riflessione, quantunque un po' debole.

Ho misurato:

001 : 105 = 18°.24'.30" III; 18°.23'.30" III; 18°.25'.30" III
= 17°.14'.30" II; 17°.12'.30" II; 17°.11'. 0" II

Media = 18°. 2'.24"
Calc. (1) = 18°. 6'.30" } d = — 4'. 6".

105 : 104 = 4°.37' III; 4°.37' III; 4°.34' III
= 4°. 4' II; 4°. 7' II; 4°.16' II

Media = 4°.27'. 5'
Calc. = 4°. 7'.28" } d = + 19'.37".

(108) l'ho trovata una sola volta in un solo cristallo con due facce più evidenti delle altre due, pure presenti, non troppo strette, piuttosto piane e lucenti, sebbene striate longitudinalmente, ben visibili a lente abbassata e offrenti immagini triplici, non estese, chiare, quantunque non brillanti.

Ho misurato:

001 : 108 = 11°.24' II; 11°.31' II; 11°.43' II

Media = 11°.32'.40"
Calc. = 11°.33'. 4" } d = — 0'.24"

108 : 102 = 27°.33' III; 27°.36' III; 27°.26' III

---

(1) Calcolati da a : b : c = 0,7826503 : 1 : 1,2796757 (Vedi pag. 21). La cifra romana posta accanto ad ogni valore angolare misurato indica il peso della osservazione relativa.

Media = 27°.31'.40" ⎫
Calc. = 27°.42'. 7" ⎭ d = — 10'.27"

108 : 104 = 10°.20' I; 11°.25' I; 11°.32' I

Media = 11°. 5'.40" ⎫
Calc. = 10°.40'.54" ⎭ d = + 24'.46".

(0.1.16). L'ho trovata in un solo cristallo, con una sola faccia chiaramente delimitata dalle contigue 001 e 011, e ben distinguibile con la lente abbassata. Faccia stretta, pianissima, però poco lucente ed offrente immagine semplice appena chiara.

Misure più che discrete con le facce contigue:

001 : 0.1.16 = 4°.22'.30" II; 4°.22'.30" II; 4°.24' II

Media = 4°.23' ⎫
Calc. = 4°.34'.22" ⎭ d = — 11'.22"

0.1.16 : 011 = 47°.32' II; 47°.37'.30" II; 47°.33'.30" II; 47°.38' II.

Media = 47°.35'.15" ⎫
Calc = 47°.25'.17" ⎭ d = + 9'.58".

Quindi la (0.1.16), che è forma ***nuova***, risulta certa.

(111) per lo più, nei cristalli di tipo prismatico, a facce molto piccole di forma triangolare con la base più larga sullo spigolo [111 : 110].

Lucentezza media, superficie un po' scabra, immagini semplici appena percettibili, qualche volta semplice bagliore. Di solito si presenta una sola faccia la 111, non raramente però accompagnata da $11\bar{1}$.

In qualche raro caso si presentano tre facce, e in un cristallo le ho viste tutte e quattro nella medesima terminazione. In questo caso una delle facce è estesa a lista stretta. In due degli individui da me misurati non ho visto che due sole facce nella medesima zona a liste strettissime quasi lineari.

Questa forma è presente in sei cristalli sopra 10.

(113) osservata una sola volta con una sola faccia a lista stretta in zona fra 001 e 111. Superficie piana, lucente; immagine semplice discretamente brillante.

(117). L'ho trovata una sola volta con una faccia sola a lista stretta in zona fra 001 e 111, ben discernibile, a con-

torni netti a lente abbassata, sì che non ho avuto alcun dubbio sulla sua esistenza come vera faccia cristallina. Superficie piana, lucente discretamente; immagine semplice e nitida, quantunque per la debole chiarezza fosse appena percettibile.

Ho misurato:

001 : 117 = 16°.14′ II : 16°.11′ II ; 16°.19′ II

Media = 16°.14′.40″ } d = − 16′.35″
Calc. = 16°.31′.15″

117 : 111 = 47°.50′ II ; 47°.43′ II ; 47°.45′ II

Media = 47°.46′. 0″ } d = + 0′.16″
Calc. = 47°.45′.44″

117 : 104 = 13°. 2′ II ; 12°.55′ II ; 13°. 7′ II

Media = 13°. 1′.20″ } d = − 31′.37″.
Calc. = 13°.32′.57″

Come si vede dalle surriferite misure, quantunque la (117), che è forma *nuova* per la celestite, non l' ho osservata che in uno solo dei 10 cristalli studiati, pure mi risulta chiaramente accertata da misure in gran parte attendibilissime.

(119). L' ho trovata in due dei dieci cristalli con una o con due sole facce presenti a liste strettissime, nella medesima zona in cui ho trovata la forma precedente. Facce a contorni definiti, piane, visibili distintamente a lente abbassata. Lucentezza media, immagini debolissime, ma semplici.

Ho misurato:

001 : 119 = 12°.53′ II ; 12°.58′ II ; 12°.41′ II ; 12°.48′ II
= 12°.46′ II ; 13°.14′ I

Media = 12°.50′.23″ } d = − 9′. 4″
Calc. = 12°.59′.27″

119 : 111 = 50°.59′ II ; 50°.56′ II ; 51°. 0′ II ; 50°.58′ II
= 51°. 1′ II ; 50°.42′ I ;

Media = 50°.57′.31″ } d = − 20′. 2″
Calc. = 51°.17′.33″

119 : 011 = 45°. 4′.30″ III; 44°.56′.30″ III; 44°.58′ III

Media = 44°.59′.40″ }
Calc. = 44°.50′. 3″ } d = + 9′.37″

119 : 102 = 30°.12′.30″ II; 30°.12′.30″ II; 30°.52′ II

Media = 30°.25′.40″ }
Calc. = 29°.57′.11″ } d = + 28′.29″

119 : 104 = 14°.10′ II; 14°.10′ II; 13°.54′ II

Media = 14°. 4′.40″ }
Calc. = 14°.19′. 1″ } d = — 14′.21″

Come si vede, la maggior parte delle misure mostrano tale attendibilità da far ritenere la forma (119), che è ***nuova*** per la celestite, come sufficientemente accertata.

(215). L'ho trovata in tre cristalli, con una sola faccia presente a lista stretta tra le facce 111 e 104 nella cui zona si trova. È faccia poco piana e poco lucente, e dà immagini piuttosto deboli ed ombrose.

Ho riscontrato che si trova anche nelle zone [102 : 011] e [110 : 105]. Dall' incrocio di due qualunque delle tre zone ho dedotto il simbolo della forma.

(214). Riscontrata due volte con una faccia sola presente a lista stretta fra 110 e 104. Ho trovato che sta esattamente nella zona [110 : 104]. Faccie piane ben visibili a lente abbassata, ma poco lucenti; immagini semplici quantunque deboli.

A cagione dell' immagine a scala estesa che presenta qualche volta la faccia 104 nelle zone oblique non posso citare come attendibili che le seguenti misure prese in un cristallo, nel quale tale irregolarità di riflesso mostrasi molto limitata.

110 : 214 = 50°.40′ II; Calc. 50°.48′.11″; d = — 8′.11″
214 : 104 = 21°.45′ II; Calc. 21°.51′. 0″; d = — 6′.41″

Con tali misure questa forma ***nuova*** (214) risulta sufficientemente accertata.

Riepilogando, le forme da me osservate nella celestite di Monte Viale sono:

| | MILLER | NAUMANN | LÈVY |
|---|---|---|---|
| Pinacoide: | (010) | 0P | p |
| Prismi: | (102) | $1/2\ P_b$ [1] $\infty$ | $a^2$ |
| | (104) | $1/4\ P_b\ \infty$ | $a^4$ |
| | (105) | $1/5\ P_b\ \infty$ | $a^5$ |
| | (108) | $1/8\ P_b\ \infty$ | $a^8$ |
| | (110) | $\infty\ P_b$ | m |
| | (011) | $P_m\ \infty$ | $e^1$ |
| | (0.1.16)* | $1/16\ P_m\ \infty$ | $e^{16}$ |
| Piramidi: | (111) | P | $b^{1/2}$ |
| | (113) | 1/3 P | $b^{3/2}$ |
| | (117)* | 1/7 P | $b^{7/2}$ |
| | (119)* | 1/9 P | $b^{9/2}$ |
| | (214)* | $1/2\ P_b\ 2$ | $b^1\ b^{1/3}\ h^{1/4}$ |
| | (215) | $2/5\ P_b\ 2$ | $b^1\ b^{1/3}\ h^{1/5}$ |

Le forme contrassegnate con asterisco sono forme *nuove* per la specie (105) e (108) sono nuove per la località.

La frequenza delle 14 forme e le loro combinazioni sono messe in evidenza dal seguente prospetto, nel quale il segno + indica la presenza della forma e il segno — la assenza:

| Forme | (001) | (110) | (011) | (102) | (104) | (111) | (215) | (105) | (119) | (214) | (113) | (117) | (108) | (0.1.16) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1° crist. | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | + | — | — |
| 2° » | + | + | + | + | + | — | — | + | — | — | — | — | — | + |
| 3° » | + | + | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — |
| 4° » | + | + | + | + | + | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| 5° » | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | + | — | + | — |
| 6° » | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 7° » | + | + | + | + | + | + | — | — | — | + | — | — | — | — |
| 8° » | + | + | + | + | + | + | — | — | + | — | — | — | — | — |
| 9° » | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 10° » | + | + | + | + | + | + | + | — | — | — | — | — | — | — |

(1) Per facilità tipografica ho posto $P_b$ nei simboli delle forme della serie *brachi* e $P_m$ in quelli delle forme della serie *macro*.

Le combinazioni più ricche di forme spettano ai cristalli del 1° tipo.

La figura 5ª della tavola rappresenta in proiezione stereografica il complesso di tutte le forme da me osservate.

La fig. 4ª rappresenta in effigie il cristallo 5° che è uno dei più spiccati del 2° tipo.

Su tre dei 10 cristalli, che sono i primi tre del precedente quadro, e sono scelti fra i migliori per bontà di facce e di tre grossezze notevolmente differenti, intrapresi il maggior numero di misure. Determinai per ciascuno le costanti cristallografiche col metodo dei ***minimi quadrati***; poscia combinai le osservazioni fatte sui tre cristalli per trovare le costanti medie da poter paragonare con quelle già note della celestite di altre località.

Qui appresso dò i risultati delle osservazioni e del calcolo.

### 1° *Cristallo* (fig. 1ª)

Appartiene al 2° tipo, è semitrasparente e quasi incoloro, offre la combinazione (001)(110)(011)(111)(102)(104)(117)(215). Le dimensioni sono: millimetri 18 × 10 × 1 1|2. Le facce della zona verticale sono estese inegualmente e sono piane, a lucentezza madreperlacea, quelle di (011) sono quasi equidimensionali, pianissime e molto lucenti. Anche le facce della zona [010] sono piuttosto piane e lucenti sebbene striate nel senso dell'asse della zona, e solcate da corrosioni nel senso normale; dànno immagini quasi semplici; quelle di (102) danno poi immagini nitidissime. Le facce delle bipiramidi sono discretamente buone da dare misure angolari attendibili con le contigue.

Le sue costanti più probabili sono:

$$a : b : c = 0{,}7838843 : 1 : 1{,}2813770$$ [1]

Il seguente quadro fa vedere le differenze fra osservazione e calcolo.

---

[1] Per sola comodità di calcolo logaritmico ho calcolato qui e in appresso le costanti fino alla 7ª decimale.

| Angoli | MISURATI | | | | Calcolati | d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | n [1] | p [2] | medie | | |
| 001 : 104 | 21°.51′ — 22°.38′ | 11 | 17 | 22°. 2′.26″ | 22°.13′.41″ | — 11′.15″ |
| 104 : 102 | 17 . 1 — 17 .28 | 6 | 18 | 17 .14.30 | 17 . 1.55 | + 12.35 |
| 102 : 10$\bar{2}$ | 101 .22 — 101 .33 | 3 | 9 | 101 .26.40 | 101 .28.48 | — 2. 8 |
| 001 : 011 | 52 . 2 — 52 .11 | 6 | 18 | 52 . 5.20 | 52 . 1.52 | + 3.28 |
| 011 : 01$\bar{1}$ | 75 .45 — 75 .51 | 3 | 9 | 75 .47.20 | 75 .56.16 | — 8.56 |
| 110 : $\bar{1}$10 | 103 .42 — 103 .45 | 3 | 9 | 103 .43.20 | 103 .48.55 | — 5.35 |
| 001 : 111 | 63 .57 — 64 . 3 | 3 | 6 | 64 . 0. 0 | 64 .17.28 | — 17.28 |
| 111 : 110 | 25 .50 — 25 .56 | 3 | 9 | 25 .53.40 | 25 .42.32 | + 11. 8 |
| 111 : 104 | 47 .59 — 48 . 6 | 3 | 9 | 48 . 2.40 | 47 .56.50 | + 5.50 |
| 011 : 110 | 59 . 3 — 61 . 8 | 12 | 30 | 60 .54.25 | 60 .53.55 | + 0.30 |
| 011 : 102 | 61 .17 — 61 .45 | 9 | 27 | 61 .31.20 | 61 .33. 6 | — 1.46 |
| 011 : 104 | 55 . 1 — 55 .16 | 6 | 15 | 55 .11.54 | 55 .17. 1 | — 5. 7 |
| 102 : 111 | 37 .55 — 38 . 4 | 3 | 9 | 37 .58.20 | 38 .18.46 | — 20.26 |
| 110 : 102 | 59 .54 — 61 . 0 | 9 | 15 | 60 .16.18 | 60 . 7.43 | + 8.35 |
| 110 : 104 | 72 . 2 — 72 .59 | 8 | 19 | 72 .36.34 | 72 .40.45 | — 4.11 |
| 215 : 001 | 34 .30 — 35 .40 | 5 | 5 | 35 .13.24 | 35 . 4.38 | + 8.36 |
| 215 : 102 | 12 .23 — 13 .40 | 3 | 3 | 13 .19. 0 | 13 .31.38 | — 12.38 |
| 001 : 117 | 16 .11 — 16 .19 | 3 | 6 | 16 .14.40 | 16 .31.35 | —— |
| 117 : 111 | 47 .43 — 47 .50 | 3 | 6 | 47 .46. 0 | 47 .45.52 | —— |
| 117 : 104 | 12 .55 — 13 . 7 | 3 | 6 | 13 . 1.20 | 13 .33.28 | —— |
| 001 : 110 | 89 .34 — 89 .59 | 5 | 12 | 89 .47.36 | 90 . 0. 0 | —— |

L'errore medio è $\mu = 8'.46''$, mentre col primo calcolo, in cui fu posto ($b = 1$) $a = 0{,}7854889$, $c = 1{,}2848136$, si ha

[1] Numero degli spigoli misurati.

[2] Peso complessivo d'ogni spigolo. Durante il tempo delle mie osservazioni goniometriche, la temperatura dell'ambiente era quasi costantemente sui 15° C.

$\mu' = 9'.30''$; col secondo calcolo, in cui si è data ad $a$ la variazione + 0,0002345, si ha $\mu'' = 9'.26''$; e col terzo in cui s'è data a $c$ la variazione — 0,0003456 si ha $\mu''' = 9'.19''$.

Gli ultimi quattro angoli, che furono esclusi dal calcolo coi minimi quadrati hanno una media di errore $\varepsilon = 12'.35''$.

2° *Cristallo* (fig. 2ª)

Appartiene a uno dei tipi di passaggio fra il 1° e il 2°. È semitrasparente e quasi incoloro. Offre la combinazione (001)(110)(011)(102)(104)(105)(0.1.16).

Le dimensioni sono: millimetri 10 × 8 × 1 1/4 circa.

Le facce della zona verticale sono estese inegualmente, pianissime e a lucentezza madreperlacea, come pure sono inegualmente estese, ma piane e a lucentezza madreperlacea le facce di (001). Le facce della zona [010] ad eccezione di (104) e (001) sono perfettamente piane. Sono tutte striate parallelamente all'asse della zona; la (104) ha facce grandi e leggermente convesse; la (001) ha le sue facce oltre che striate come sopra, anche affette da una lieve triedria di facce vicinali simmetriche rispetto al piano 001 e nella medesima zona [010]. Le immagini sono tutte più o meno discretamente buone; nitide quelle semplici date da (102) e (105).

Le facce della (011) sono pianissime e molto lucenti. L'unica faccia presente di (0.1.16) è già nettamente visibile colla sola lente d'ingrandimento. È larga mezzo millimetro circa.

Non è da trascurare il fatto che le facce di (110) mostrano solchi netti di sfaldatura parallelamente a 001 e che le facce della zona [010] mostrano solchi di corrosione normalmente agli spigoli d'intersezione e tracce di sfaldatura (110).

Le sue costanti più probabili sono:

$$a : b : c = 0,7869152 : 1 : 1,2823285$$

Il seguente quadro rende ostensibili le differenze fra osservazione e calcolo:

| Angoli | MISURATI | | | | Calcolati | d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | n | p | medie | | |
| 001 : 105 | 17°.11′ — 17°.14′.30″ | 3 | 6 | 17°.12′.40″ | 18°. 3′. 5″ | — 50′.25″ |
| 105 : 104 | 4 . 4 — 4 .16 | 3 | 6 | 4 . 7. 0 | 4 . 6.50 | + 0.10 |
| 001 : 104 | 21 .12 — 23 . 8 | 6 | 15 | 22 .30. 8 | 22 . 9.56 | + 20.12 |
| 104 : 102 | 16 .32 — 17 .25 | 12 | 27 | 16 .56. 9 | 17 . 0.25 | — 4.16 |
| 102 : 10$\bar{2}$ | 101 .26 — 102 .11 .30 | 6 | 15 | 101 .40. 4 | 101 .39.18 | + 0.46 |
| 001 : 011 | 51 .57.30 — 52 .6 | 6 | 18 | 52 . 1.20 | 52 . 3. 6 | — 1.46 |
| 011 : 01$\bar{1}$ | 75 .50 — 75 .53 | 3 | 9 | 75 .51 .20 | 75 .53.48 | — 2.28 |
| 110 : $\bar{1}$10 | 103 .30 — 103 .37 | 3 | 9 | 103 .35.20 | 103 .36. 2 | — 0.42 |
| 110 : 102 | 59 .55 — 61 . 2 | 26 | 70 | 60 . 1.50 | 60 .14.18 | — 12.28 |
| 110 : 104 | 72 .17 — 72 .57 .30 | 18 | 45 | 72 .33.51 | 72 .45.11 | — 11.20 |
| 011 : 110 | 60 .34.30 — 60 .57 | 14 | 37 | 60 .48.32 | 60 .48.49 | — 0.17 |
| 011 : 102 | 60 .57 — 61 .45 | 15 | 36 | 61 .31 .51 | 61 .31 .39 | + 0.12 |
| 011 : 104 | 54 .59 — 55 .30 | 15 | 45 | 55 .15.24 | 55 .17. 4 | — 1.40 |
| 001 : 0.1.16 | 4 .22.30 — 4 .24 | 3 | 6 | 4 .23. 0 | 4 .34.56 | —— |
| 0.1.16 : 011 | 47 .33.30 — 47 .38 | 4 | 8 | 47 .35.15 | 47 .42.38 | —— |
| 001 : 110 | 89 .55 — 90 .30 | 11 | 28 | 90 . 4.50 | 90 . 0. 0 | —— |

L'errore medio è $\mu = 11'.26''$, mentre col primo calcolo, in cui fu posto ($b = 1$) $a = 0{,}7876745$, $c = 1{,}2832725$, si ha $\mu' = 11'.47''$; col secondo calcolo, in cui fu data ad $a$ la variazione — 0,0003456, si ha $\mu'' = 11'.31''$; e col terzo, in cui a $c$ s'è data la variazione + 0,0004567, si ha $\mu''' = 11'.45''$.

Gli errori troppo forti del 1° e del 3° angolo sono dovuti evidentemente alla marcata triedria delle facce di (001).

Gli ultimi tre angoli, che furono esclusi dal calcolo a cui furono sottoposti gli altri, mi danno una media di errore $\varepsilon = 6'.35''$.

### 3° *Cristallo* (fig. 3ª)

Appartiene al 1° tipo. È anche esso semitrasparente e quasi incoloro, ma è il più grosso e quindi il meno perfetto. Le sue dimensioni in millimetri sono: $24 \times 9 \times 2\,1/4$. Combinazione: (001)(110)(011)(111)(102)(104)(105)(119)(215).

Le facce della zona verticale sono estese inegualmente nel rapporto areale di 2:3 circa; sono d'altronde pianissime e ben lucenti a lucentezza madreperlacea, come quelle di (001) che, essendo qui strette sono migliori di molto di quelle degli altri due cristalli.

Le facce della zona [010] sono tutte striate parallelamente ad essa. La 105 è piana e strettissima, visibile di già molto bene con la sola lente d'ingrandimento; così pure sono strettissime ma ottime le facce di (102). Solo le facce di (104), che sono molto estese, sono peggiori di quelle dei due precedenti cristalli perchè offrono una convessità più marcata e quindi immagini multiple più lunghe.

Questo cristallo è più ricco degli altri di forme piramidali, che si vedono luccicare discretamente bene guardandole colla lente e si presentano in parte a liste e in parte a forma di triangoli.

Gli altri particolari osservati coincidono con quelli precedentemente notati.

Le costanti più probabili calcolate per questo terzo cristallo sono:

$$a : b : c = 0{,}7821680 : 1 : 1{,}2859633$$

Le differenze fra osservazione e teoria risultano dal seguente quadro:

| Angoli | MISURATI | | | | Calcolati | d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | n | p | medie | | |
| 001 : 105 | 18°.23′.30″ — 18°.25′.30″ | 3 | 9 | 18°.24′.30″ | 18°.12′. 7″ | + 12′.23″ |
| 105 : 104 | 4 .43 — 4 .37 | 3 | 9 | 4 .36. 0 | 4 . 8.31 | + 27.29 |
| 001 : 104 | 22 .19 — 23 . 1.30 | 12 | 36 | 22 .36.10 | 22 .20.38 | + 15.32 |
| 104 : 102 | 15 .31.30 — 16 .29 | 6 | 15 | 16 .13.12 | 17 . 4.41 | — 51.29 |
| 102 : 10$\bar{2}$ | 101 . 3 —101 . 4 | 3 | 9 | 101 . 3.20 | 101 . 9.22 | — 6. 2 |
| 001 : 011 | 51 .51.30 — 52 .12 | 6 | 18 | 52 . 1.50 | 52 . 7.49 | — 5.59 |
| 011 : 01$\bar{1}$ | 75 .43 — 75 .45 | 3 | 9 | 75 .44. 0 | 75 .44.21 | — 0.21 |
| 110 : $\bar{1}$10 | 103 .57 —103 .59 | 3 | 9 | 103 .58.20 | 103 .56.14 | + 2. 6 |
| 001 : 119 | 12 .41 — 12 .58 | 5 | 10 | 12 .49.12 | 13 . 3.26 | — 14.14 |
| 001 : 111 | 63 .47 — 64 .20 | 7 | 18 | 64 . 5.20 | 64 .24. 5 | — 18.45 |
| 119 : 111 | 50 .56 — 51 . 1 | 5 | 10 | 50 .58. 0 | 51 .20.39 | — 22.39 |
| 111 : 110 | 25 .47 — 26 .20 | 13 | 29 | 26 . 3.20 | 25 .35.55 | + 27.25 |
| 104 : 215 | 16 .37 — 17 . 8 | 3 | 6 | 16 .52.40 | 16 .18.32 | + 34. 8 |
| 215 : 111 | 31 .10 — 32 . 1 | 9 | 18 | 31 .27.20 | 31 .38.56 | — 11.36 |
| 111 : 104 | 47 .13 — 47 .54 | 9 | 9 | 47 .34.53 | 47 .57.28 | — 22.35 |
| 111 : 01$\bar{1}$ | 80 .11 — 80 .16 | 3 | 9 | 80 .13.40 | 80 . 0.56 | + 12.44 |
| 111 : 011 | 45 . 0 — 46 .49 | 13 | 39 | 45 .16.26 | 45 .15.50 | + 0.36 |
| 110 : 102 | 59 .22 — 59 .39 | 3 | 6 | 59 .33. 0 | 59 .59.14 | — 26.14 |
| 110 : 104 | 71 . 7 — 72 .35 | 6 | 12 | 71 .51.40 | 72 .34.32 | — 42.52 |
| 110 : 215 | 56 .12 — 56 .36 | 3 | 6 | 56 .22. 0 | 56. 27.21 | — 5.21 |
| 011 : 110 | 60 .10 — 61 . 6 | 9 | 27 | 60 .39.26 | 60 .53.56 | — 14.30 |

| Angoli | MISURATI | | | | calcolati | d |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | n | p | medie | | |
| 011 : 102 | 61 .12 — 61 .15 | 3 | 9 | 61 .13.20 | 61 .41.32 | — 28.12 |
| 011 : 104 | 55 .22 — 55 .26 | 6 | 18 | 55 .23.20 | 55 .24.17 | — 0.57 |
| 011 : 105 | 54 . 0 — 54 . 5 | 3 | 6 | 54 . 2. 0 | 54 .17.39 | — 17.39 |
| 011 : 119 | 44 .56.30 — 45 . 4.30 | 3 | 9 | 44 .59.40 | 44 .56.16 | + 3.24 |
| 102 : 111 | 37 .50 — 38 .40 | 11 | 22 | 38 .17.44 | 38 .17.32 | + 0.12 |
| 102 : 119 | 30 .12.30 — 30 .52 | 3 | 6 | 30 .25.40 | 30 . 3.27 | + 22.13 |
| 104 : 119 | 13 .54 — 14 .10 | 3 | 6 | 14 . 4.40 | 14 .22.59 | — 18.19 |
| 001 : 110 | 89 .44 — 89 .55 | 3 | 6 | 89 .48.40 | 90 . 0. 0 | — |

L'errore medio è $\mu = 20'.52''$, mentre col primo calcolo, in cui s'è posto ($b = 1$)

$a = 0{,}7816761$ ; $c = 1{,}2874555$, si ha $\mu' = 21'.12''$ ;

col secondo, in cui ad $a$ s'è data la variazione + 0,0003456, si ha $\mu'' = 20'.55''$ ; e col terzo, in cui a $c$ s'è data la variazione + 0,0004567, si ha $\mu''' = 21'.2''$.

L'ultimo angolo il cui errore è $\varepsilon = 11'.20''$, fu escluso dal calcolo coi minimi quadrati.

Gli errori più forti sono dovuti in gran parte alle facce di (104) che sono un pochino convesse. Ma i risultati delle misure con tali facce non furono esclusi dal calcolo perchè dedotti da osservazioni sufficientemente precise, come si può giudicare dai limiti e dai pesi.

Mettendo insieme i risultati pei 3 cristalli si ha:

1° crist. $a : b : c = 0{,}7838843 : 1 : 1{,}2813770$ ; $\mu = 8'.46''$
2° » $a : b : c = 0{,}7869152 : 1 : 1{,}2823285$ ; $\mu = 11'.26''$
3° » $a : b : c = 0{,}7821680 : 1 : 1{,}2859633$ ; $\mu = 20'.52''$

Paragonando le variazioni nei rapporti $a:b$ e $b:c$ si scorge che quelle del 1° sono un po' inferiori a quelle del 2°; e inoltre si scorge che sono più approssimate le costanti del 2° e del 3° cristallo a quelle del 1°, che non quelle dei medesimi cristalli fra loro.

L'errore medio fa vedere che sono da considerarsi come più attendibili le costanti del 1° cristallo, che, come il 2°, è di volume molto più piccolo rispetto al 3°; ciò che prova ancora una volta che la perfezione morfologica dei cristalli è, a parità di altre circostanze, in ragione inversa del loro volume.

Approssimando a meno d'una unità della quinta decimale e confrontando con le costanti di Auerbach, per la celestite di Herrengrund

$$a:b:c = 0{,}77895:1:1{,}28005$$

si vede che ad esse sono appunto più vicine le costanti del 1° cristallo, e che da esse si discostano quelle del 3° alquanto meno di quelle del 2°.

Le variazioni medie oscillano di due unità della 3ª cifra decimale.

La media delle costanti dei tre cristalli è data da

$$a':b':c' = 0{,}7843225:1:1{,}2832229.$$

Riunendo insieme tutte le misure fatte sui tre cristalli e adoperando il metodo dei minimi quadrati, ho trovato che le costanti medie più probabili per la celestite di Monte Viale sono:

$$\mathrm{a}:\mathrm{b}:\mathrm{c} = 0{,}7826503:1:1{,}2796757,$$

che sono più vicine di quelle precedenti alle costanti di Auerbach.

Nel seguente quadro riassumo le osservazioni sui 3 cristalli, mettendole a confronto coi valori che ho calcolato in funzione delle costanti medie e delle costanti medie più probabili.

| Angoli | MISURATI [1] | | | Calcolati con le costanti medie | $\delta$ | Calcolati con le costanti medie più probabili | $d$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | p | medie | | | | |
| 001 : 105 | 6 | 15 | 18°. 2'.24" | 18°. 7'. 8" | — 4'.44" | 18°. 6'.30" | — 4'. 6" |
| 105 . 104 | 6 | 15 | 4 .27. 5 | 4 . 7.36 | + 19.29 | 4 . 7.28 | + 19.37 |
| 001 : 104 | 29 | 68 | 22 .29.55 | 22 .14.44 | + 15.11 | 22 .13.59 | + 15.56 |
| 104 : 102 | 24 | 60 | 16 .54.18 | 17 . 2.21 | — 8. 3 | 17 . 2. 2 | — 7.44 |
| 102 : $10\bar{2}$ | 12 | 33 | 101 .33.29 | 101 .25.50 | + 7.39 | 101 .27.58 | + 5.31 |
| 001 : 011 | 18 | 54 | 52 . 2.50 | 52 . 4.16 | — 1.26 | 51 .59.39 | + 3.11 |
| 011 : $01\bar{1}$ | 9 | 27 | 75 .47.33 | 75 .51.28 | — 3.55 | 75 .47.33 | — 13. 9 |
| 110 : $\bar{1}10$ | 9 | 27 | 103 .45.40 | 103 .47. 4 | — 1.24 | 103 .54.10 | — 8.30 |
| 001 : 119 | 5 | 10 | 12 .49.12 | 13 . 0.42 | — 11.30 | 12 .59.27 | — 10.15 |
| 001 : 111 | 10 | 24 | 64 . 5.13 | 64 .18.56 | — 13.43 | 64 .15.59 | — 10.46 |
| 119 : 111 | 5 | 10 | 50 .58.48 | 51 .18.24 | — 19.36 | 51 .17.33 | — 18.45 |
| 111 : 110 | 16 | 38 | 26 . 3. 7 | 25 .41. 4 | + 22. 3 | 25 .43. 0 | + 20. 7 |
| 215 : 111 | 9 | 18 | 31 .27.20 | 31 .40.49 | — 13.29 | 31 .39.57 | — 12.37 |
| 111 : 104 | 12 | 18 | 47 .40.10 | 47 .57.48 | — 17.38 | 47 .55.27 | — 15.17 |
| 111 : $01\bar{1}$ | 3 | 9 | 80 .13.40 | 80 . 4.47 | + 8.53 | 80 .11.30 | + 2.10 |
| 111 : 011 | 13 | 39 | 45 .16.26 | 45 . 9.44 | + 6.42 | 45 .11.36 | + 4.50 |
| 110 : 102 | 38 | 91 | 60 . 2.10 | 60 . 7. 5 | — 4.55 | 60 . 6.14 | — 4. 4 |
| 110 : 104 | 32 | 76 | 72 .33. 5 | 72 40.10 | — 7. 5 | 72 .39.52 | — 6.47 |
| 110 : 215 | 3 | 6 | 56 .22. 0 | 56 .34.30 | — 12.30 | 56 .35.41 | — 13.41 |

[1] Sopprimo qui la colonna dei limiti, poichè questi si possono desumere a colpo d'occhio guardando simultaneamente le colonne dei limiti riportati nei tre quadri precedenti.

| Angoli | MISURATI | | | Calcolati con le costanti medie | $\delta$ | Calcolati con le costanti medie più probabili | $d$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | n | p | medie | | | | |
| 011 : 110 | 35 | 94 | 60 .47. 9 | 60 .52.13 | — 5. 4 | 60 .56.45 | — 9.36 |
| 011 : 102 | 27 | 72 | 61 .31.33 | 61 .35.26 | — 3.53 | 61 .31.45 | — 0.12 |
| 011 : 104 | 27 | 78 | 55 .15.43 | 55 .19.27 | — 3.44 | 55 .15. 8 | + 0.35 |
| 011 : 105 | 3 | 6 | 54 . 2. 0 | 54 .15.12 | — 13.12 | 54 .10.47 | — 8.47 |
| 011 : 119 | 3 | 9 | 44 .59.40 | 44 .53.18 | + 6.22 | 44 .50. 3 | + 9.37 |
| 102 : 111 | 14 | 31 | 38 .16.53 | 38 .19.47 | — 2.54 | 38 .16.44 | + 0. 9 |
| 102 : 119 | 3 | 6 | 30 .25.40 | 29 .58.17 | + 27.23 | 29 .57.11 | + 28.29 |
| 104 : 119 | 3 | 6 | 14 . 4.40 | 14 .20. 2 | — 15.22 | 14 .19. 1 | — 14.21 |
| 215 : 001 | 5 | 5 | 35 .13.24 | 35 . 6.20 | + 7. 4 | 35 . 4.51 | + 8.33 |
| 215 : 102 | 3 | 3 | 13 .19. 0 | 13 .32.24 | — 13.24 | 13 .30.45 | — 11.45 |
| 001 : 110 | 19 | 46 | 90 . 3.37 | 90 . 0. 0 | —— | 90 . 0. 0 | —— |
| 104 : 215 | 3 | 6 | 16 .52.40 | 16 .16.59 | —— | 16 .15.30 | —— |
| 001 : 0.1.16 | 3 | 6 | 4 .23. 0 | 4 .35. 8 | —— | 4 .34.22 | —— |
| 0.1.16 : 011 | 4 | 8 | 47 .35.15 | 47 .29. 9 | —— | 47 .25.17 | —— |
| 001 : 117 | 3 | 6 | 16 .14.40 | 16 .32.37 | —— | 16 .31.15 | —— |
| 117 : 111 | 3 | 6 | 47 .46. 0 | 47 .46.19 | —— | 47 .45.44 | —— |
| 117 : 104 | 3 | 6 | 13 . 1.20 | 13 .34.20 | —— | 13 .32.57 | —— |

Per il complesso degli angoli calcolati con le costanti medie più probabili l'errore medio è $\mu = 10'.6''$, mentre col primo calcolo in cui si è posto (b = 1) a = 0,7870289, c = 1,2847302, si ha $\mu' = 11'.22''$; col secondo, in cui s'è data ad a la variazione + 0,0003045, si ha $\mu'' = 11'.9''$, e col ter-

zo, in cui a c si è data la variazione + 0,0002300, si ha $\mu''' = 11'.18''$.

Invece per il complesso degli angoli calcolati con le costanti medie, l'errore medio è $\mu = 10'.30''$.

Considerando questi risultati in senso relativo, si vede che, poichè i due errori medi differiscono di 24", che entra nei limiti degli errori istrumentali di osservazione, che sono possibili soltanto coll'approssimazione a meno di 30", si possono ritenere entro quei limiti come quasi eguali, e quindi sarebbe indifferente prendere come costanti definitive o le costanti medie o le costanti generali più probabili.

Ma io considero questi risultati in senso assoluto, e quindi, poichè in tale senso il primo $\mu$ è il più piccolo, così considero come *costanti definitive* per la celestite di Monte Viale le costanti più probabili dei tre cristalli presi insieme, e non le medie delle costanti dei medesimi presi isolatamente.

D'accordo con gli errori medî vanno anche le medie degli errori per gli ultimi cinque angoli del quadro che furono esclusi dal calcolo coi minimi quadrati.

Infatti si ha rispettivamente: 10'.31" e 10'.16".

D'accordo coi valori calcolati con le *costanti definitive* così stabilite vanno quelli misurati nei rimanenti sette cristalli, come fa chiaramente vedere il quadro che segue:

| Angoli | MISURATI | | | Calcolati con le costanti definitive | d |
|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | n | medie | | |
| 001 : 104 | 20°. 9′ — 22°.25″ | 16 | 21°.59′.28″ | 22°.13′.59″ | — 14′.31″ |
| 104 : 102 | 16 . 3 — 17 .58 | 12 | 17 . 2.42 | 17 . 2. 2 | + 0.40 |
| 102 : 10$\bar{2}$ | 101 . 9 — 102 .44 | 6 | 101 .37.50 | 101 .27.58 | + 9.52 |
| 001 : 011 | 51 .30 — 52 .17 | 7 | 51 .57.26 | 51 .59.39 | — 2.13 |
| 011 : 01$\bar{1}$ | 75 .34 — 76 .51 | 4 | 76 . 5.45 | 75 .47.33 | + 18.12 |
| 110 : $\bar{1}$10 | 103 .36 — 104 . 8 | 3 | 103 .54.20 | 103 .54 10 | + 0.30 |
| 001 : 111 | —— | 1 | 63 .53. 0 | 64 .15.59 | — 22.59 |
| 110 : 111 | 25 .59 — 26 . 0 | 2 | 25 .59.30 | 25 .43. 0 | + 16.30 |
| 111 : 011 | 44 .38 — 45 . 7 | 2 | 44 .52.30 | 45 .11.36 | — 19. 6 |
| 110 : 102 | —— | 1 | 60 . 5. 0 | 60 . 6.14 | — 1.14 |
| 110 : 104 | 72 .47 — 73 .37 | 3 | 73 . 4.40 | 72 .39.52 | + 24.48 |
| 110 : 011 | 60 .37 — 61 .15 | 3 | 60 .50. 0 | 60 .56.45 | — 6.45 |
| 011 : 104 | 54 . 8 — 55 .26 | 4 | 55 .24. 0 | 55 .15. 8 | + 8.52 |
| 001 : 110 | 89 .50 — 90 .55 | 4 | 90 . 7.40 | 90 . 0. 0 | + 7.40 |
| 001 : 119 | —— | 1 | 13 .14. 0 | 12 .59.27 | + 14.33 |
| 119 : 111 | —— | 1 | 50 .42. 0 | 51 .17.33 | — 35.33 |
| 001 : 108 | 11 .24 — 11 .43 | 3 | 11 .32.40 | 11 .33. 4 | — 0.24 |
| 108 : 102 | 27 .26 — 27 .36 | 3 | 27 .31.40 | 27 .42. 7 | — 10.27 |
| 108 . 104 | 10 .20 — 11 .32 | 3 | 11 . 5.40 | 10 .40.54 | + 24.46 |
| 110 : 214 | —— | 1 | 50 .40. 0 | 50 .48.11 | — 8.11 |
| 214 : 104 | —— | 1 | 21 .45. 0 | 21 .51.41 | — 6.41 |
| 001 : 113 | —— | 1 | 34 .35.30 | 34 .41.13 | — 5.43 |
| 113 : 110 | —— | 1 | 55 .23. 0 | 55 .18.47 | + 4.13 |
| | | 83 | | | Σ ε = 543′.54″ |
| | | | | | ε = 6′.33″ |

Come si vede l'errore per ognuno dei 23 spigoli è molto piccolo pei 7 rimanenti cristalli le cui dimensioni sono, come ho detto in principio, svariatissime, e sarebbe ancor più piccolo se si trascurassero gli errori più grossi, che sono dovuti unicamente alle imperfezioni più o meno predominanti delle facce di (001), (104) e (111), imperfezioni che spiccano maggiormente secondo certe zone che non secondo altre. Non è meno importante da notare che le misure oscillano anche qui, come nei tre precedenti cristalli, entro limiti sufficientemente ristretti, cioè tra 10′ e 1° 1/2 circa, e in due soli casi entro i 2° circa.

Data la non perfetta bontà dei cristalli da me studiati non potevasi desiderare migliore accordo fra teoria ed osservazione per la celestite di Monte Viale.

Ho tentato di studiarne le proprietà ottiche, ma data la loro non perfetta trasparenza, che non mi permetteva di fare con la massima precisione le determinazioni refrattometriche col metodo della deviazione minima, dovetti rinunciare a tale studio.

Non mi resta che confrontare le costanti definitive, da me calcolate per comodità di calcolo logaritmico fino alla settima decimale, con quelle di altre località, non senza prima ridurle alla quarta decimale.

Così ridotte esse sono:

$$a : b : c = 0,7826 : 1 : 1,2797.$$

A tale scopo riporto nel seguente quadro i rapporti parametrici calcolati dagli altri Autori, le cui variazioni medie sono le più piccole e precisamente sono comprese fra $\pm$ 0,0009 e $+$ 0,0079.

| Numero d' ordine | LOCALITÀ | AUTORE | RAPPORTO PARAMETRICO |
|---|---|---|---|
| 1 | Romagna | Schmidt | 0,7812 : 1 : 1,2819 |
| 2 | » | Artini | 0,7813 : 1 : 1,2833 |
| 3 | Sicilia | Koksharow | 0,7804 : 1 : 1,2828 |
| 4 | » | Auerbach | 0,7803 : 1 : 1,2824 |
| 5 | Bristol | » | 0,7816 : 1 : 1,2847 |
| 6 | » | Bärwald | 0,7822 : 1 : 1,2811 |
| 7 | Herrengrund | Auerbach | 0,7789 : 1 : 1,2800 |
| 8 | Montecchio Maggiore | Negri | 0,7793 : 1 : 1,2828 |
| 9 | Mokkatam | Arzruni | 0,7824 : 1 : 1,2841 |
| 10 | Jühnde | Babcock | 0,7795 : 1 : 1,2812 |
| 11 | Lüneburg | Liweh | 0,7803 : 1 : 1,2831 |
| 12 | Conil | Bärwald | 0,7800 : 1 : 1,2822 |
| 13 | Moron | » | 0,7892 : 1 : 1,2790 |
| 14 | Leogang | Buchrucker | 0,7820 : 1 : 1,2838 |
| 15 | Scharfenberg [1] | Stuber | 0,7807 : 1 : 1,2834 |
| 16 | Giershagen | Arzumi e Thaddeeff | 0,7796 : 1 : 1,2853 |
| 17 | Brousseval | Stöber | 0,7803 : 1 : 1,2826 |
| 18 | Ville-sur-Saulx | » | 0,7806 : 1 : 1,2797 |
| 19 | Westeregeln | Bücking | 0,7789 : 1 : 1,2800 |
| 20 | Capo S. Elia | Popoff | 0,7814 : 1 : 1,2822 |
| 21 | Pylle-Hill (1° crist.) | Grunenberg | 0,7822 : 1 : 1,2822 |
| 22 | » (2° crist.) | » | 0,7833 : 1 : 1,2869 |
| 23 | » (3° crist.) | » | 0,7857 : 1 : 1,2924 |
| 24 | Exeter | » | 0,7831 : 1 : 1,2861 |
| 25 | Aust-Ferry (1° crist.) | » | 0,7843 : 1 : 1,2853 |
| 26 | Wymore (Nebraska) | Rogers | 0,7806 : 1 : 1,2831 |

Esaminando questo quadro si scorge che il valore più discosto dal mio è quello segnato al n. 23, e si riferisce a uno dei cristalli di Pylle-Hill studiato da Grunenberg; e invece il più vicino è quello che si riferisce alla celestite

[1] Fino al n. 15 i valori sono stati da me tolti direttamente dal quadro compilato da Artini nella sua pregevole memoria: Celestina di Romagna - *Rend. R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere* (2) Vol. 26, 1893; il resto l'ho compilato io stesso consultando la letteratura dopo il 1893.

di Bristol studiato dal Bärwald, segnato al n. 6; la differenza media è ± 0,0009 Subito dopo viene quella di Ville-sur-Saulx (n. 18) studiata da Stöber, con la variazione media ± 0,001, e poi successivamente quella di

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pylle-Hill (1° crist.) | — Grunenberg | (n. 21) | diff. | ± 0,0014 |
| Sicilia | — Auerbach | (n. 4) | » | ± 0,0015 |
| Romagna | — Schmidt | (n. 1) | » | ± 0,0018 |
| Capo S. Elia | — Popoff | (n. 20) | | |
| Pylle-Hill (2° crist.) | — Grunenberg | (n. 22) | » | + 0,0019 |
| Herrengrund | — Auerbach | (n. 7) | » | ± 0,0020 |
| Westeregeln | — Bücking | (n. 18) | | |

Quindi le costanti di Auerbach da me messe a confronto, come tipiche, con quelle dei singoli tre cristalli da me scelti per il calcolo delle mie, variano di ± 0,003 da quelle del 1° cristallo, che sono le più attendibili, mentre invece messe a confronto con le mie costanti definitive variano d'una unità di meno dello stesso ordine decimale, pur occupando il 7° posto nella scala delle variazioni.

*Dal Gabinetto di Mineralogia*
*della R. Università di Padova, Marzo 1904.*

Fig.1.

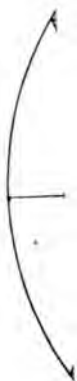



Fig.2.

2
d
r
s
d
E
S
F
C
F
F
V
f
r
c
i
v
l

Michelangelo Minio

## Gli specchi piani come rappresentazione dei piani di simmetria — utilità didattica e applicazione a un nuovo apparecchio per vedersi formare qualsiasi modello di forma cristallina oloedrica.

Che la simmetria rispetto a un piano si possa immaginare rappresentata completamente mediante il fenomeno della riflessione in uno specchio (piano, s' intende) è cosa ovvia e non certamente nuova. Nella stessa trattazione dei diversi elementi della simmetria i cristallografi si valgono del paragone dello specchio ed usano anche l' espressione di « riflessione » o « specchiamento » (ted. spiegelung) per indicare il formarsi di una figura simmetrica di un' altra rispetto a un piano.

Non mi consta però che sia stato ben considerato come lo specchio si possa prestare a una tale rappresentazione non solo nell'*essere* ma nel *divenire,* — non solo a chiarire l' idea statica della simmetria riconoscibile nella forma già completa, ma l' idea dinamica del legame tra gli elementi della forma quale la simmetria lo rappresenta.

Ora mi pare bene rilevare l' importanza di tale considerazione — e delle applicazioni che può avere — dal punto di vista didattico.

Mentre il concetto di figure simmetriche rispetto a un piano è abbastanza intuitivo — o facile almeno a chiarirsi anche a chi, per deficiente analisi del concetto stesso, non lo posseda troppo netto, — non si può dire altrettanto della *legge* rappresentata in cristallografia dall'esistenza di un piano di simmetria, per la quale con un dato elemento di un poliedro ne deve coesistere un altro in data relazione di posizione rispetto a quel piano. Altro è, per i non cri-

stallografi in generale, riconoscere *a posteriori* che le parti d'un individuo posseggono dei piani rispetto ai quali sono fra loro simmetriche — altro concepire che quelle diverse parti sono collocate così, e non altrimenti, perchè alla loro formazione hanno preesistito e presieduto quei piani, cioè una legge capace di produrre tale effetto. Di qui la difficoltà che trovano spesso gli studenti a comprendere la necessaria coesistenza di dati elementi poliedrici per determinati gradi di simmetria, e quindi la poca chiarezza del concetto di forma cristallina e delle svariatissime armoniche combinazioni che danno luogo alle forme composte; giacchè, nella scuola media specialmente, riesce difficile convincere della necessità *sperimentale*, per cui alla comparsa, p. e., d'una certa faccetta su un vertice d'un cubo deve esser legata quella delle altre sugli altri sette vertici, e precisamente in modo che quegli otto piani abbiano tra loro la mutua inclinazione delle facce dell'ottaedro regolare.

A superare tali inconvenienti didattici, a convincere dell'effettivo formarsi di una faccia quando questa sia richiesta dalla presenza di una faccia primitiva di fronte a uno specchio, il fenomeno della riflessione può naturalmente riuscire utilissimo, sia perchè fa nascere la faccia sotto i nostri occhi, sia perchè la mostra talmente legata alla primitiva che con essa comparisce e non può sparire se quella non si toglie. E ciò vale non soltanto per la delucidazione del concetto in generale, ma anche per considerarne i due casi particolari — tanto importanti come elemento di riduzione del numero delle facce — verificantisi quando una faccia primitiva, essendo rispettivamente perpendicolare o parallela al piano di simmetria, dà origine o alla sola continuazione di sè stessa o alla faccia parallela.

Partendo da questo concetto, pensai di estendere il principio alla « rappresentazione completa di tutte le facce « d'una forma cristallina legate tra loro da piani di simme- « tria » valendomi della proprietà degli specchi ad angolo di dare imagini multiple a seconda della reciproca inclinazione, proprietà che mi rese possibile di ottenere lo scopo con tre specchi al più partendo da un'unica faccia primitiva, *generatrice* della forma.

Tale sistema di specchi, — che si comporta *attivamente* come il sistema di tanti piani di simmetria quanti sono insieme e gli specchi adoperati e le imagini che essi danno uno dell'altro — viene a costituire un apparecchio semplicissimo che fa nascere sotto gli occhi le diverse forme poliedriche a seconda della diversa posizione in cui si ponga la faccia generatrice — in modo da imitare, con un processo tangibile e regolabile a piacer nostro, la formazione contemporanea e necessariamente collegata degli elementi simmetrici.

E i vantaggi didattici che può presentare tale metodo di rappresentazione mi paiono notevoli; basti pensare che come da un'unica faccia si vede nascere la corrispondente forma, due o più facce danno il combinarsi delle forme composte; e che le forme aperte si mostrano chiaramente tali, ciò che non è d'ordinario nei soliti modelli delle forme cristalline, nei quali il solido è limitato da facce che reciprocamente si chiudono e quindi, in quei casi, rappresenta solo forme composte. Si ha inoltre il vantaggio della generalità che si può dare, sul modello stesso, al concetto di forma d'un determinato nome; e, più che tutto, quello della evidenza della completa enumerazione delle forme (oloedriche) d'un sistema. Mentre infatti i modelli in legno, in vetro, ecc., sono già costruiti sotto determinate forme, con determinato numero di facce, e nulla dice all'occhio dello studente che altri non se ne potrebbero costrurre, la formazione autotipica delle facce mediante gli specchi convenientemente posti rende evidente che la forma dipende in tutto dalla collocazione della faccia generatrice, che necessariamente dal raddrizzarsi o dal piegarsi di questa rispetto un certo piano dipende l'apparire d'un ottaedro o d'un rombododecaedro, che l'essere, p. e., una faccia di piramide perpendicolare a uno o a un altro o a nessun piano porta il divenire essa o a base quadrata, diretta o inversa, oppure a base ottagona; e la possibilità di muovere a nostra volontà certe facce in modo da farle coincidere con alcune loro imagini illustra il concetto delle forme che si hanno per riduzione (per speciali valori, quindi, dei para-

metri) da quelle più generali, mostrando così quali, e soli, questi casi possono essere.

In altre parole, l'evidenza che ha, per chi vi legge, la rappresentazione grafica d'una forma cristallina mediante la proiezione stereografica o mediante le tracce delle facce sugli assi e i piani coordinati, viene resa possibile, anche a chi non può usare di tali sussidi matematici, mediante una rappresentazione, che direi plastica, imitante esattamente le figure da illustrare.

Noto poi che, siccome le forme che si generano sono forme dotate, oltre che di certi piani di simmetria, anche degli assi (ed eventualmente del centro) che ne sono conseguenza, risultano rappresentati tutti gli elementi di simmetria propri del sistema cui ogni forma appartiene, e mediante i quali il sistema si definisce. Così, tre specchi ortogonali a due a due danno un insieme di facce dotate anche di tre assi di simmetria binaria, coincidenti colle intersezioni reciproche di quei piani, e dotate di centro — cioè evidentemente la forma più generale del sistema trimetrico; così due piani d'un fascio, inclinati di 30°, con un terzo piano perpendicolare ad entrambi, danno forme fornite di centro e di 7 assi, di cui sei binari (le intersezioni del 3° piano coi due primi e colle quattro imagini che essi danno reciprocamente uno dell'altro) e il settimo senario; cioè forme dell'esagonale. E così via. — E così è anche illustrato il teorema che dice che « se due piani di simmetria si in-
« tersecano formando un angolo $\frac{\pi}{n}$ la loro intersezione co-
« stituisce un asse di simmetria $n^{aria}$. »

Credo perciò utile di sottoporre all'attenzione dei cristallografi e dei naturalisti in genere, insieme alle considerazioni che precedono, un cenno descrittivo dell'apparecchio quale fui condotto a costrurlo effettivamente, e del modo di usarlo.

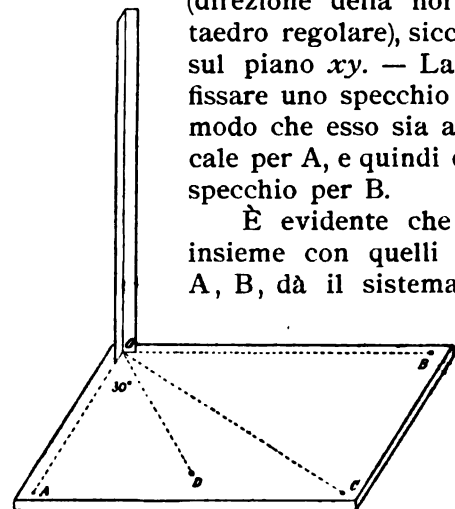
Naturalmente, in base al principio stesso su cui l'apparecchio si fonda, la comparsa di tutte le facce di una forma, data una faccia primitiva, può aversi solo nel caso che ho finora considerato, in cui cioè la simmetria sia rappresentata da piani e da quegli assi (ed eventualmente dal

centro) che ne sieno intersezione reciproca e quindi conseguenza. E perciò, delle classi oloedriche, per tutti i quattro sistemi monometrico, dimetrico, trimetrico ed esagonale — che si trovano appunto nel caso — tutte le forme si vedono complete quando si ponga di fronte agli specchi un'unica faccia, la faccia generatrice. Per gli altri sistemi in cui il centro, almeno, di simmetria non è conseguenza dell'esistenza dei piani, l'apparecchio vale egualmente con una lieve modificazione nel metodo — cioè usando due invece che una faccia generatrice, coll'aggiungerne una ausiliaria alla primitiva. In questo caso, infatti, gli specchi non possono rappresentare che una parte degli elementi di simmetria; ma siccome, degli altri elementi, il solo necessario al costruirsi della forma completa è il centro, il cui effetto non può non essere facilmente compreso da chi abbia già sperimentalmente acquisita netta la nozione del funzionamento degli elementi più complessi, sarà facile far capire come la forma risultante in realtà, quando agiscono tutti gli elementi della simmetria, dovrà avere esattamente il numero doppio di facce della forma che darebbe l'apparecchio, in cui almeno un elemento manca — e basterà perciò ricordare la legge fondamentale delle forme oloedriche, per cui con ogni faccia deve coesistere la faccia parallela. Premessa tale giustificazione, si può ancora usare l'apparecchio e ottenere l'evidenza della formazione di tutte le facce coll'uso della doppia faccia generatrice, giacchè, posta la faccia ausiliaria in tal modo, che — come si fa verificare ad occhio all'osservatore — essa risulti parallela a una di quelle formatesi per effetto della primitiva, ne viene la formazione dell'altra metà del numero delle facce, e precisamente di quelle che completano la forma, perchè riescono (come pure è facile verificare) ordinatamente parallele alle altre.

L'apparecchio consta di un semplice supporto fatto di una tavoletta orizzontale e di uno stretto diedro metallico che sorge verticalmente in uno degli angoli di questa; pochi specchi piani convenientemente tagliati si possono fissare sul supporto, mediante quattro asticelle metalliche avvitabili con viti di pressione, nelle posizioni necessarie

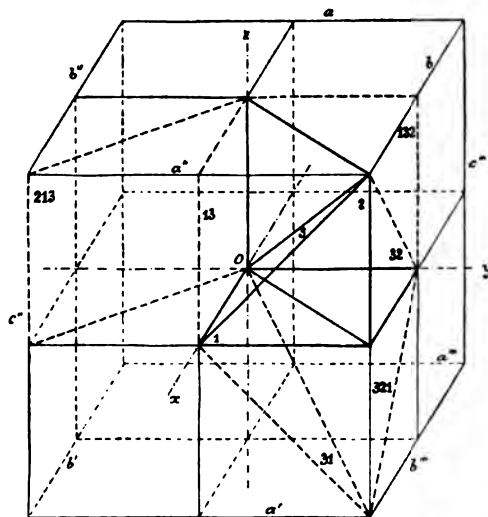
per dare tutte le combinazioni degli elementi di simmetria occorrenti alla rappresentazione.

Per i sistemi monometrico, dimetrico, esagonale e trimetrico, la tavoletta, che si copre con uno specchio, rappresenta il piano $xy$ e lo spigolo del diedro metallico l'asse $z$ — sicchè gli specchi che si appoggiano al supporto rappresentano, o da soli o con alcune delle imagini che danno scambievolmente, tutti i piani di simmetria di un ottante; il completo insieme con tutte le reciproche imagini dà tutti i piani per tutti gli ottanti. Quanto alla posizione delle asticelle, due si avvitano in due fori A, B in modo da fissare lungo due lati della tavoletta due specchi verticali intersecantisi ad angolo retto lungo lo spigolo del diedro; la terza, avvitata in un foro C serve a fissare un piano pure verticale che biseca l'angolo dei primi due. E un altro specchio, tagliato in forma di triangolo rettangolo, si può appoggiare, senza sostegni, col cateto minore lungo la retta OA e coll'ipotenusa lungo la diagonale del terzo specchio (direzione della normale alla faccia dell'ottaedro regolare), sicchè riesce inclinato di 45° sul piano $xy$. — La quarta asticella serve a fissare uno specchio verticale lungo la OD in modo che esso sia a 30° dallo specchio verticale per A, e quindi dall'altra parte a 60° dallo specchio per B.

È evidente che lo specchio orizzontale insieme con quelli sostenuti dalle asticelle A, B, dà il sistema dei piani di simmetria propri del trimetrico; con quelli della A e della C i piani del dimetrico; con quello dell'asticella C e quello a 45° i piani del monometrico; con quelli della A e della D i piani dell'esagonale (per cui lo specchio per D rappresenta il piano $\xi z$); mentre i piani per D e per B, non combinati

coll'orizzontale, danno la simmetria del romboedrico (rappresentano risp. $xz$, $yz$).

Per il monoclino lo specchio verticale per A serve per l'unico piano 010. E naturalmente per il triclino l'apparecchio non trova applicazione; ma il legame dell'unica forma di quel sistema, la pinacoide, non potrà più presentare difficoltà per lo studente.

È inutile che io mi dilunghi a far per disteso le dimostrazioni del come, colla descritta disposizione di specchi, si abbiano tutti i piani di simmetria richiesti dai diversi casi. Mi limiterò a un'unica dimostrazione, illustrando la figura che rappresenta come ciò avviene per il monometrico.

L'ottante effettivamente rappresentato dall'apparecchio è l'ottante positivo, e i tre specchi che bastano allo scopo, costituendo un angoloide triedro col vertice in O, sono: uno specchio (1) rappresentante il piano $xy$, un altro (2) ortogonale ad esso, che è il bisettore del diedro dei piani $xz$, $yz$, e finalmente quello, in forma di triangolo rettangolo, (3) che ha comune col piano 1 uno dei propri cateti (lungo l'asse Ox) e col piano 2 l'ipotenusa (lungo la normale alla 111), il quale dà un nuovo piano di simmetria, oltre i due precedenti, quello cioè che passa per la coppia $bb'$ di spigoli opposti del cubo. Ora, l'imagine 13 del piano 1 data dal 3 risulta evidentemente a 90° dal piano obbiettivo, e quindi costituisce il 4° piano ($xz$), il quale, riflesso a sua volta nello specchio 2, dà per imagine 132 che è il piano $yz$ (5°). D'altronde il piano 3°,

riflesso rispettivamente nel 1° e nel 2° dà origine agli altri due piani 31, 32 che sono i due (6° e 7°) passanti rispettivamente per le due coppie di spigoli opposti *b''b'''*, *a''a''*; e di questi il 32, riflesso nel piano *xy*, dà un 8° piano 321 passante per *aa'*. Infine, fuori dell'ottante positivo, si ha l'ultimo piano 213, che passa per *c''c'''*, ed è dato dal piano *xz* come imagine del 2°.

Tutte le altre riflessioni reciproche non fanno che dare piani coincidenti coi precedenti. — Risulta quindi che, come si è detto, messa comunque una faccia piana nell'angoloide dei tre specchi, essa dà origine ad altre 47 facce che con essa costituiscono l'esacisottaedro; se invece si mette la faccia in posizioni speciali rispetto ad assi e piani, si vedono le facce, a gruppi, coincidere tra loro e quindi il numero risultarne ridotto, in modo da dare tutte le altre forme possibili del monometrico.

Se la faccia generatrice adoperata ha un contorno qualunque, la forma risulta costituita sì di tutte le facce che le competono, e colle relative inclinazioni, ma non completata geometricamente per l'intersecarsi reciproco delle facce lungo gli spigoli; se invece la faccia è scelta con un contorno di forma conveniente in modo che, posta colla dovuta inclinazione sugli assi, i suoi lati tocchino esattamente, per tutta la loro lunghezza, tutti gli specchi (quando ad uno la faccia non debba essere parallela) allora la forma risulta anche completa per gli spigoli e dà precisamente l'imagine solida del relativo cristallo modello. Nel caso dei sistemi per cui occorre la faccia generatrice doppia, la posizione da dare alla seconda faccia (ausiliaria) non avrà bisogno di essere cercata, ma basterà che la faccia stessa venga costrutta di forma eguale alla primitiva, secondo che sarà richiesto dall'inclinazione necessaria per ottenere il cristallo modello di una forma determinata.

Data poi la conoscenza o la facile determinabilità della forma da dare a ciascuna faccia generatrice perchè possa appoggiare esattamente sugli specchi (munita, ove occorra, d'un piede) in modo da dare il modello d'una forma completa di simbolo determinato, si possono veder costrutte mediante altrettante facce generatrici le forme di cristalli

richiesti a volontà; e potendosi pure facilmente determinare il modo con cui costrurre due facce generatrici per ottenerne la combinazione (forma composta) risultante, e potendosi ottenere tale combinazione con maggiore o minore sviluppo di una delle forme rispetto all'altra, si avrà modo di mostrare, con due o tre di tali modelli per ogni caso, il graduale passaggio dall'una all'altra forma.

Per tali vantaggi e per ulteriori applicazioni che ne mostrerà l'uso, pare a me che siffatto apparecchio, semplicissimo e di poca spesa, possa portare una grande evidenza nell'insegnamento dei concetti fondamentali della simmetria e delle forme cristalline — quei fondamenti appunto che, riuscendo difficili ai principianti, hanno guadagnato alla cristallografia quella fama di astruseria e incomprensibilità di cui gode per lo più nelle scuole medie, anzi, in generale, presso chi non siasi, un po' almeno, dedicato ad essa.

*Belluno, aprile 1904.*

---

Federico Millosevich

## Il primo volume del catalogo internazionale di letteratura scientifica. Mineralogia, petrografia e cristallografia [1].

È noto come in seguito ad accordo fra la maggior parte degli Stati civili del mondo, che mandarono i loro rappresentanti alle tre conferenze, tenute in Londra nel Luglio 1896, nell'Ottobre 1898 e nel Giugno 1900, si sia stabilita la pubblicazione di un catalogo internazionale di letteratura scientifica. È stato pubblicato recentemente il primo volume di detto catalogo riguardante l'attività scientifica nel 1901 ed è mia intenzione di dare qualche notizia sulla parte di esso, che tratta delle pubblicazioni di Mineralogia, Petrografia e Cristallografia.

Detta parte forma un volume speciale di 208 pagine, la cui compilazione si deve a L. J. Spencer del British Museum, il quale ha riunito insieme il lavoro dei singoli collaboratori appartenenti ai 29 uffici regionali [2].

Nelle prime pagine sono date in quattro lingue, cioè in inglese, in francese, in tedesco e in italiano, le schedule contenenti i numeri, che corrispondono ai vari argomenti speciali di Mineralogia, Petrografia e Cristallografia, secondo i quali sono raggruppate nel catalogo per materia le varie pubblicazioni, Ciascuna schedula è accompagnata da un indice nelle quattro lingue suddette. Seguono, pure in quattro lingue, le schedule contenenti dei semplici e

---

(1) International catalogue of scientific literature. G. Mineralogy including Petrology and Crystallography. Published for the international council by the Royal Society of London. London, Harrison and Sons, 1903.

(2) Direttore dell'Ufficio regionale italiano è il prof. ing. Ernesto Mancini in Roma; collaboratore italiano per la Mineralogia, Petrografia e Cristallografia il prof. Federico Millosevich in Catania.

facili simboli topografici per mezzo dei quali si può indicare brevemente la regione della terra in cui si trovano i minerali o le rocce, che sono oggetto di una data pubblicazione; tutte queste indicazioni sono poi raccolte in un numero speciale del catalogo per materia, destinato appunto alla distribuzione geografica dei minerali e delle rocce.

La seconda parte del volume contiene il catalogo per autori e vi sono raccolti i titoli di 1072 libri, trattati, memorie e note originali; i titoli delle pubblicazioni, che non sieno scritte in una delle quattro lingue, per così dire, ufficiali del catalogo, cioè l'inglese, la francese, la tedesca e l'italiana, sono riportati nella loro lingua originale e poi tradotti in una delle dette lingue. Tutte le pubblicazioni catalogate videro la luce nel 1901; poche soltanto, appartenenti anche al 1901, ma, per varie ragioni, registrate con ritardo, appariranno nel volume successivo.

La terza e più estesa parte è dedicata al catalogo per materia; parecchie opere che trattano di argomenti diversi sono registrate due, tre o più volte sotto diverse rubriche ed in ogni caso sono indicati, per mezzo di numeri speciali, gli altri argomenti trattati nell'opera e per i quali essa è stata catalogata sotto altre rubriche.

In questa parte del catalogo assume grande importanza, come è naturale, la mineralogia descrittiva, che comprende il maggior numero di pubblicazioni; in questa rubrica sono disposti in ordine alfabetico i minerali, che furono oggetto di studio, e sotto ciascun nome di minerale si trova l'elenco delle pubblicazioni, che lo riguardano. Tale disposizione è molto pratica e permette agli studiosi una facile e rapida consultazione del catalogo; altrettanto pratica ed utile è la disposizione data alla rubrica intitolata: « Distribuzione geografica dei minerali ». In questa le pubblicazioni sono elencate sotto il nome della regione in cui si trovano i minerali e le rocce, che ne sono oggetto; la suddivisione topografica è abbastanza ampia e particolareggiata; così, ad esempio, l'Italia è divisa nelle sue principali regioni, e, a colpo d'occhio, è dato vedere quali pubblicazioni trattino della mineralogia del Piemonte, quali altre invece di quella della Sardegna, e così via. Vasta ed estesa è anche la ru-

brica intitolata: « Mineralogia e petrografia industriale, miniere, minerali utili, materiali da costruzione ».

Nella parte che riguarda la petrografia la classificazione in rubriche speciali dei diversi argomenti è alquanto deficiente; questo non per colpa del compilatore del catalogo, ma piuttosto della commissione, che curò la preparazione tecnica del medesimo e più specialmente delle schedule d'istruzioni per i collaboratori. Infatti la rubrica « rocce ignee eruttive » è troppo estesa e non ben determinata, come non ben determinata è quella intitolata « schisti cristallini e rocce metamorfiche » e non ha infine nessuna ragione di esistere quella dal titolo « rocce non classificate ». Ad onta di questi lievi difetti, dovuti in gran parte alla mancanza di una classificazione perfetta ed universalmente accettata delle rocce, e in parte anche, come dissi, alla affrettata preparazione tecnica del catalogo e che, almeno per questo secondo lato, si potranno emendare in seguito, anche il capitolo del catalogo per materia riguardante la petrografia, riesce di grande utilità allo studioso.

Gli argomenti di cristallografia propriamente detta sono assai bene e logicamente distribuiti e fra essi, come è naturale, hanno maggior estensione le rubriche comprendenti la cristallografia descrittiva e quella, in ispecial modo, riguardante la descrizione cristallografica di sostanze organiche, che sono divise in vari gruppi a seconda della loro costituzione chimica.

In conclusione il catalogo, malgrado le lievi mende inevitabili in un primo volume e che scompariranno certamente nei volumi successivi, malgrado le inevitabili lacune ed omissioni, che diminuiranno di certo in seguito, è opera di grande importanza e di incontestabile utilità: ed è desiderabile, che ogni laboratorio di mineralogia in Italia ne possieda una copia.

Io per mio conto, come raccoglitore dell'opera dei mineralisti italiani, chiedo loro venia per le eventuali omissioni e rivolgo loro preghiera di volermi favorire per l'avvenire un estratto delle loro pubblicazioni, aiutandomi così a rendere la parte italiana del catalogo più perfetta che sia possibile.

*Catania, 27 Aprile 1904.*

L. Colomba

# Ancora poche parole di risposta all' ing. Franchi (1)

Il signor Ing. Secondo Franchi ha creduto bene di rispondere nuovamente (2) agli appunti da me ultimamente mossigli (3), a proposito delle cause a cui può essere dovuta la dispersione di certi pirosseni cloromelanitoidi, mediante una nota nella quale il vuoto degli argomenti è solamente compensato da un frasario tutto speciale (4) che lascia quasi supporre che il predetto signore voglia dai campi sereni della scienza, da entrambi con maggiore o minore successo coltivati, scendere a personalità.

Sono molto dolente di dover nuovamente riprendere la penna per rispondere un'ultima volta ai ragionamenti dell'ing. Franchi, tanto più che non voglio entrare nel merito della questione visto che per il momento essa è risolta, avendo l' ing. Franchi, sebbene a malincuore, accolto la mia distinzione dei pirosseni sodici in giadeitoidi ed acmitoidi, distinzione che, come ho lealmente ammesso, deriva dal suo

---

(1) Con questa risposta la polemica vien chiusa nelle colonne di questa Rivista.

(2) Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana. XXX, p. 15.

(3) Id. Id. Id. XXVIII, p. 81.

(4) Trascuro l'appunto di non avergli mandato copia della mia nota; io ne inviai copia a lui, confesso *senza farne una edizione speciale*, come a tutti i suoi colleghi dell'Ufficio Geologico, che la ricevettero, indirizzandola alla sede dell'Ufficio stesso in Roma non avendo, credo, l'obbligo di seguire l'ing. Franchi nelle sue peregrinazioni estive ed autunnali; trovo però abbastanza curioso, che proprio quella spedita a lui si sia smarrita. E questo smarrimento spiega forse un fatto altrimenti ingiustificabile: quello cioè che l'ing. Franchi non mandò copia della sua controrisposta, non dico a me, ma neppure a nessuno di quanti mi circondano.

secondo enunciato. Mi limiterò quindi a mettere semplicemente, ed in modo ben differente da quello impiegato dal mio egregio contradditore, al loro posto i termini della questione da lui spostati in modo assai curioso e mentre lascio a lui il vanto di aver interpretato il mio povero fatto, riserbo per me quello di aver riconosciuto il suo grave errore, di aver, cioè, confuso le funzioni chimiche dei due ossidi di ferro.

Comprendo che data la entità dell'errore, il mio vanto non può che essere molto piccolo, perchè per riconoscerlo bastava la semplice oculatezza del più modesto fra i principianti di chimica; ma mi conforta il pensiero che, se piccola dovette essere la mia oculatezza nel riconoscerlo, minore ancora dovette essere la sua nel commetterlo.

Debbo però riconoscere un mio torto: nella prima mia risposta essendomi solo occupato di dimostrare chimicamente quanto fosse erroneo il concetto incluso nel suo primo enunciato, non avevo tenuto conto, perchè non mi erano necessari, dei risultati delle analisi dei due pirosseni di Pratofiorito e di Mocchie; ora l'ing. Franchi, mentre riporta le dette analisi (scrivendo finalmente esatte le formole della potassa e della soda), nella foga di far apparire piccola la mia oculatezza, dimostra come l'ipotesi di una qualsiasi influenza del protossido di ferro sulla dispersione, era pure esclusa dal fatto che i due pirosseni avevano quantità poco differenti del detto ossido (e sempre troppo piccole, aggiungo io). Prendo atto di questa dichiarazione e confesso candidamente la mia colpa concludendo che l'errore dell'ing. Franchi era molto più grave di quanto avessi prima supposto.

Nè credo che lo attenuino le due pregiudiziali invocate da lui: cioè che l'indole del lavoro contenente il concetto in discussione non era mineralogica, ma geologo-paletnologica e che egli non è un mineralogo; per quanto riguarda la prima io non credo che la entità di un errore possa variare coll'indole del lavoro che lo contiene, a meno che l'autore riconosca implicitamente la sua incompetenza a trattare dell'argomento a cui si riferisce; per quanto riguarda la seconda non avendo alcun motivo di dubitare

della parola dell' ing. Franchi non debbo discuterla. Essa non attenua però il suo errore, poichè a parer mio, sarebbe molto più logico che chi si confessa non mineralogo non scrivesse di mineralogia invece di cercare, dopo averne erroneamente scritto, una scusa nella detta qualità negativa, sempre supposto che l' ing. Franchi non creda che la petrografia possa esistere indipendentemente dalla mineralogia.

Ed a nulla vale tutta la lunga difesa tentata dall' ing. Franchi allo scopo di spiegare come venne in modo naturale alle note conclusioni erronee; vi venne perchè naturalmente non sapeva di errare; comprendo che data la minima differenza di composizione chimica esistente fra i due ossidi di ferro, a taluno potrà sembrare esagerata l' importanza che io ho dato alla questione, trattandosi in ultima analisi solo di qualche atomo di ossigeno in più od in meno. Ma disgraziatamente per loro la chimica è una tale scienza che non può trascurare tali inezie e di esse devesi tener conto quando si porta una questione nel campo chimico.

E se realmente l' ing. Franchi avesse voluto discutere chimicamente una questione chimica non avrebbe chiamato arbitrari i due appunti da me mossigli a proposito della importanza assunta da due ossidi di ferro rispetto all' allumina, poichè si sarebbe persuaso che il concetto di un rapporto diretto fra i detti ossidi e l' allumina ed il concetto della loro mutua sostituzione, erano conseguenze immediate ed assolute del suo enunciato e si sarebbe persuaso, visto che le mie affermazioni erano fondate sui principî più elementari della chimica, che ciò che egli suppone derivare da inanità per parte mia, poteva molto più giustamente supporsi derivare da una non esatta applicazione delle leggi chimiche per parte sua.

L' ing. Franchi continua poscia a combattere quanto io ho affermato; credo però uno stretto dovere di non discutere più in alcun modo queste sue argomentazioni per il semplicissimo motivo che egli in questa parte della sua nota, traspone completamente i termini della questione e cerca di condurre la questione in un campo nel quale io, non posso seguirlo.

Lascio a chiunque avrà seguìto questo dibattito di giudicare se sia giustificato l'appunto di aver io riportato solo le analisi che potevano essere utili al mio scopo di dimostrare come non si possa stabilire un rapporto diretto fra le quantità di sesquiossido di ferro e l'intensità della dispersione, questione nella quale nulla hanno da vedere i pirosseni sodici non ferrici; e l'altro maggiore ancora dove, dimenticando come il nodo della questione consistesse appunto nell'aver chimicamente equiparato il sesquiossido di ferro al protossido, sopprime, onde dimostrare una concordanza da me negata, semplicemente quest'ultimo continuando poscia per un certo numero di inutili pagine a dimostrare un fatto che io non ho mai messo in dubbio.

Non tocca a me di vedere se il metodo di discussione dell'ing. Franchi sia singolare o no; mi limito a constatare come egli abbia spostati i termini della questione a suo vantaggio; e siccome non voglio togliere a lui la specialità degli epiteti gioviali con cui qualifica i suoi contradditori, lascio a lui la cura di cercarne uno che possa ben definire il suo contegno: forse lo troverà nello stesso codice da cui ha tolto quello molto grazioso di *reticente* di cui ha voluto gratificarmi.

Debbo però fare una dichiarazione: l'ing. Franchi dice che l'ultima parte della mia nota è tanto confusa che più non si presta alla discussione ed in poche parole sembra voglia darmi una piccola lezione sui minerali originari e secondari, sul metamorfismo, ecc. Per quanto riguarda il primo appunto mi permetto semplicemente di far notare che non sempre quando taluno non riesce a comprendere un concetto da altri espresso in uno scritto, ciò deve ascriversi ad insufficiente chiarezza in chi scrive, potendo anche derivare da insufficiente coltura in chi legge.

Per quanto si riferisce alla sua lezione debbo riconoscere che da essa proprio non potei ricavare nessuna utilità, per modo che, malgrado di essa e senza punto preoccuparmi di quanto osi o non osi credere l'ing. Franchi, mantengo ancora le mie idee sul significato delle parole originario, secondario, ecc., anche a rischio di andare contro all'unanime consenso dei geologi, nello stesso modo

in cui egli stesso vi andò quando credette di stabilire l'età secondaria della zona delle pietre verdi; dichiaro solamente che il solo fatto che l'ing. Franchi considera come secondari certi minerali non è un motivo sufficiente perchè necessariamente si debbano supporre tali.

Concludo: per una osservazione incidentale che occupava una mezza linea, l'ing. Franchi mi ha gratificato di una risposta lunga cinque o sei pagine, colla quale ha subito trasformato la discussione in un'aspra polemica e perchè io ho creduto necessario di ribattere le sue gratuite accuse mediante una risposta nella quale una sola parte e non la maggiore era riserbata alla polemica, poichè in essa discutevo pure ampiamente la questione dei pirosseni cloromelantoidi, mi gratifica ora di una seconda risposta più lunga ancora e di carattere puramente polemico. Dopo ciò egli dice che non sa spiegarsi il mio accanimento ed il mio contegno, altro che ammettendo in me o un eccessivo amore di polemica, oppure il desiderio di rifarmi di un primo attacco non riuscito.

Lascio a chiunque di giudicare se in realtà le congetture dell'ing. Franchi non possano molto più logicamente ritorcersi a suo carico, vista la vivacità con la quale in uno straordinario numero di inutili pagine, ha voluto investirmi per il solo fatto che mi sono creduto lecito di discutere una sua opinione.

*Istituto Mineralogico della R. Università di Torino,*
*29 Dicembre 1903.*

C. Rimatori

## **Tetraedrite nella miniera di Palmavexi** (Sardegna)

Fino a poco tempo fa la miniera dell'Argentiera della Nurra era ritenuta quale importante giacimento non solo di *galena* e di *blenda* principalmente, ma anche di tetraedrite.

Evidentemente tutti quelli che asserivano la presenza di questo minerale in quella località, si saranno limitati ad una osservazione troppo superficiale di quei campioni, che da un esame più accurato e completo fatto dal prof. Lovisato [1] risultarono invece costituiti, alcuni da pura *galena* con speciale struttura finamente granulosa, altri da *bournonite.*

Per l'identificazione di questa specie disgraziatamente compatta, mai cristallizzata per questa miniera, fu necessaria l'analisi quantitativa poichè i soli caratteri fisici, se permettevano di non confonderla colla tetraedrite, non erano però sufficienti per determinarne la sua vera natura; per tale motivo l'A. ha stimato sempre utili i dati analitici per evitare errori nel riconoscimento dei minerali ed in molti casi, come nel precedente, assolutamente necessari.

Se la suddetta specie mineralogica è ora esclusa nei giacimenti dell'Argentiera della Nurra ed anche in quelli di Piccalina, delle miniere di Montevecchio, non manca però in altre località di Sardegna. Infatti nella stessa Nota del prof. Lovisato è fatta menzione di piccoli tetraedri di questa specie minerale, trovati dal Traverso a Baccu Arrodas nel Sarrabus e ricordati dall'Hintze [2] e più recentemente la si scopriva in campioni provenienti dalla miniera di Palmavexi presso Iglesias.

Qui l'A. esterna i ringraziamenti e riporta le parole stesse delle Note del suddetto ingegnere.

---

(1) *La bournonite nella miniera dell'Argentiera della Nurra.* Rend. Acc. Lincei, 21 dicembre 1902.

(2) Handbuch der Mineralogie (Siebente Lieferung, 1902, p. 1101).

Questo minerale si presenta in massecole, disseminate in un impasto di quarzo e calcite, il quale comprende anche moschette di *galena* e più raramente cristallini di *blenda*. Il colore è grigio d'acciaio scuro, la lucentezza nettamente metallica.

All'infuori di pochi caratteri fisici, non fu possibile osservare altro sulla sostanza in posto, nulla che accenni ad una forma qualsiasi, nè vi appare indizio alcuno di sfaldatura per quanto accuratamente si osservino le varie disseminazioni. Perciò solo l'analogia con altri campioni già noti poteva far sospettare della natura di esso, ma, essendo questi i primi esemplari che l'A. vedeva di Sardegna, non poteva pronunciare alcun giudizio in proposito, anzi, a dire il vero, l'A. era lontano dal supporre l'esistenza della tetraedrite.

La separazione della sostanza fu eseguita dapprima meccanicamente in modo da escludere il più che era possibile la ganga; fu sottoposta quindi ad un lavaggio con acido acetico diluito per eliminare completamente la calcite ed in fine purificata dal quarzo mediante sospensione in bromoformio.

Al cannello e cogli acidi si comporta come segue:

Nel tubo chiuso non fonde, dà odore di solfo bruciato ed un sublimato bianco, sul carbone con la soda dà globulo rosso di rame ed aureola bianca, dà la perla del rame.

È solubile in acido cloridrico concentrato; dall'acido nitrico è intaccata formando una soluzione bluastra ed un residuo bianco di acido antimonico misto a fiocchi di solfo: questa soluzione nitrica dà un leggero precipitato con acido cloridrico. Nella soluzione in quest'acido concentrato furono riscontrati i seguenti elementi: rame, antimonio, zinco, ferro, argento in piccola quantità e tracce di piombo. Essendo i primi due elementi in prevalenza, specialmente il rame, già fin dai risultati dell'analisi qualitativa si poteva prevedere la natura del minerale. Mancando però assolutamente i dati cristallografici fu necessaria anche l'analisi quantitativa, eseguita nel modo seguente:

Un dato peso di sostanza fu sciolta in acido cloridrico concentrato; separato per filtrazione il leggero residuo

quarzoso non eliminato nel processo di purificazione, la soluzione dopo diluizione e non badando all' intorbidamento prodotto per questo fatto, fu sottoposta all'azione dell' idrogeno solforato. I solfuri furono a più riprese lavati con solfuro di sodio; nella parte insolubile si dosò il rame allo stato di ossido intermedio. In metà del liquido separato dai solfuri, si determinò il ferro volumetricamente, e nell'altra metà furono dosati il ferro e lo zinco insieme allo stato di ossidi. Per valutare l'argento fu adoperata la soluzione nitrica d'un'altra porzione di sostanza, ed infine venne fatta la determinazione dello solfo fondendo una data quantità di minerale con una miscela di salnitro e carbonato sodico.

I valori ottenuti sono questi:

Densità a 21°, 6 = 4,62.

| Composizione | centesimale |
|---|---|
| S | 23,56 |
| Cu | 43,06 |
| Sb | 23,66 |
| Zn | 6,29 |
| Fe | 1,14 |
| Ag | 1,64 |
| Fb | tracce |
| | 99,35 |

Trattasi adunque di un solfo antimoniuro di rame, cioè della *tetracdrite*.

Consultando le numerose analisi eseguite sulla tetraedrite [1], risulta che la nostra tetraedrite è compresa fra quelle varietà più vicine per composizione alla sostanza tipica semplice ($4\ Cu_2S.\ Sb_2S_3$). Le varietà dalle quali meno differisce, sono quelle di Mornshauseu (Sandmann), di Dillemburg (Rose), di Kapnik (Klaproth e Rose), di Prescott-Ariz (Genth) e quelle specialmente di Cornwall do-Lisckeard (Reuter). A causa però della grande variabilità di composizione di questo minerale, non è possibile all'A. di fare alcuna considerazione anche superficiale.

---

[1] Hintze. *Handbuch der Mineralogie*, Siebente Lieferung, pp. 1114-1119.

E. Billows

## Studio cristallografico sul Quarzo di S. Marcello Pistojese

(con tre tavole)

Duemila cristalli circa raccolti dal Prof. Panebianco a S. Marcello, specialmente al monte Crocicchio, nelle vacanze autunnali degli ultimi due anni testè decorsi, formano l'oggetto del presente mio studio cristallografico, che ho cercato, per ora, di fare più preciso e completo che mi fosse possibile dal solo lato morfologico.

Quantunque la specie sia stata anche troppo studiata, pure e per il giacimento e per la assai rara perfezione dei cristalli raccolti, di cui moltissimi non mostrano nemmeno le caratteristiche striature orizzontali sulle facce del prisma (2$\bar{1}\bar{1}$), anzi offrono pianissime e ben levigate tali facce, ho creduto opera non superflua aggiungere anch' io un contributo allo studio di questa specie non senza prima fare un cenno di ringraziamento al predetto Professore che liberalmente mise a mia disposizione il copioso materiale.

Compulsata la letteratura mineralogica, non mi fu dato trovare che si sia fatto studio alcuno sui cristalli di questa località della Toscana se si eccettui un breve cenno di poche righe che ne fece A. D'Achiardi a pag. 70, Vol. I° della sua opera « Mineralogia della Toscana », edita a Pisa nell'anno 1877.

Così dice brevemente il succitato Autore su questi cristalli, che egli ammetteva essere di giacimento derivato dalle formazioni silicee filoniane non metallifere aventi caratteri simili tanto nelle isole del Mar Toscano quanto nell'Appennino. « Questi filoni attraversano nell' Appennino « tutte le rocce dalle più antiche, che ivi si trovino fino « all'eoceniche, e che ci mostrano pure bellissimi cristalli « di quarzo, spesso tanto limpidi da uguagliare l' acqua più

« pura, i quali perciò e per trovarsi specialmente nella mon-
« tagna pistojese furono e sono anche designati col nome
« di diamanti di Pistoja. Io ne ho veduti dei nitidissimi
« entro un pezzo di macigno, e uno di essi distorto, come
« in figura (e l'A riporta una figura raffigurante una combi-
« nazione (100) (22Ī) (2ĪĪ). Nè solo sulla china occidentale
« dell'Appennino, ma pur si trovano sulla orientale, e il
« GIULI *(Stat. min. Toscana* 1842-43) ne cita gli esempi di
« Monte Beni e del Monte di Castro nella comunità di Fi-
« renzuola; e sono poi dal GIULI stesso menzionati i dia-
« manti di Pistoja della montagna del Crocicchio presso
« S. Marcello, e d'altronde ».

Questo è tutto quanto ho potuto trovare di già noto su questi interessanti campioni, ed io posso confermare l'osservazione del D'ACHIARDI che questi cristalli si trovano nell'arenaria detta in Toscana *macigno* sia per la testimonianza di chi li raccolse in posto, sia anche per avere visto io stesso diversi cristalli impiantati in un pezzo di arenaria quivi raccolta.

## Descrizione dei cristalli

Per fare il presente studio ho voluto passare scrupolosamente *tutti* i duemila campioni circa che avevo a mia disposizione.

Le dimensioni loro sono variabilissime. Da un minimo di 1 mm. e mezzo circa si va a un massimo di 5 centim. nel senso dell'asse ternario. La maggior parte sono sciolti e ben terminati ai due estremi, alcuni pochi sono stati *staccati* dalla roccia in cui erano impiantati, e questi naturalmente non si mostrano terminati che ad un solo degli estremi.

I cristalli sciolti mostrano prevalentemente l'aspetto tozzo, gli altri l'aspetto allungato o anche schiacciato. La maggior parte degli esemplari di mezzana grossezza e quelli più grandi, e alcuni pochissimi dei più piccoli non sono in individui semplici, bensì o in associazioni parallele di due o più individui o subindividui, oppure, e ciò av-

viene per lo più in quelli allungati e schiacciati, in associazioni di due o più individui o subindividui in posizioni parallele od elicoidali. Moltissimi di questi mostrano tramoggie e corrosioni a similitudine di quelli della Porretta, ma per quanto abbia tentato non potei riscontrarvi alcuna traccia di bolle d'acqua incluse. Invece vi osservai vaghissimi colori iridati d'interferenza delle lamine sottili di fissurazione interna, e anche della terra gialliccia sabbiosa nelle cavità dovute alla corrosione e alle tramoggie.

La gran maggior parte degli esemplari piccolissimi e di mezzana grossezza, in numero di più di 500, mostransi veramente assai ben conformati con uno splendore e una nitidezza notevoli di facce quasi tutte pianissime e con una trasparenza perfetta e una limpidezza della più bell'acqua da giustificare l'appellativo di *diamanti* di Pistoja, o *luci* come più comunemente vengono designati dagli abitanti del sito.

Tanto perfetti sono questi cristalli che perfino le facce del prisma, in quasi tutti i cristalli d'aspetto tozzo e in buona parte di quelli allungati o schiacciati, si mostrano prive delle striature orizzontali così caratteristiche nel quarzo, e nemmeno le mostrano in generale le facce della (41$\bar{2}$). e le facce dei due romboedri si mostrano quasi eguali, senza far notare alcuna sostanziale differenza nell'aspetto fisico.

## *Cristalli semplici*

Quel che c'è di caratteristico nei cristalli semplici, di questa località, e per conseguenza anche in tutti gli altri comunque associati, è la loro divergenza grandissima dall'abito regolare, in modo da offrire tipi di abito cristallino assai strani, che sovente, per la mancanza delle striature orizzontali caratteristiche, mettono in imbarazzo l'osservatore che li voglia convenientemente orientare a prima vista.

Descrivo brevemente i vari tipi di abito che sono i più spiccati e di cui tutti gli altri non sono che semplici passaggi dall'uno all'altro. Mi sono di efficace aiuto nella de-

scrizione i numerosi disegni (1) da me eseguiti ed esposti nelle tre tavole annesse al testo.

*a)* Tipo bipiramidato regolare per equidimensionale sviluppo dei due romboedri e per la piccolezza enorme delle facce del prisma verticale. Questo tipo è comunissimo, per cui non l'ho disegnato. L'ho trovato però su pochissimi cristalli, e mai con completa assenza delle facce del prisma.

*b)* Tipo prismatico regolare per equidimensionale sviluppo dei due romboedri o insieme o alternatamente e più o meno grande sviluppo secondo la direzione dell'asse ternario del prisma esagono. Neanche questo tipo ho disegnato perchè comunissimo. I cristalli di questo tipo o sono terminati ai due estremi e allora sono corti e le facce del prisma non mostrano striature oppure le mostrano debolmente accennate, oppure sono terminati a un solo estremo e sono per lo più assai lunghi e mostrano nelle facce verticali striature e poliedria spiccate per combinazioni oscillatorie di forme semplici e vicinali.

*c)* Tipo cuboide per sviluppo prevalente sulle altre forme dell'uno o dell'altro dei due romboedri, che, come è noto, hanno angoli diedri quasi retti ($\alpha = 85^\circ$ circa) (vedi fig. 3, 6 della Tav. I, 7, 8 della Tav. II, e fig. 7 della Tav. III).

*d)* Tipo prismatico distorto per ineguale sviluppo delle sole facce terminali (fig. 5 di Tav. I, 6 e 9 di Tav. II.).

*e)* Tipo bipiramidato distorto, che non è che il tipo *a)* allungato più o meno enormemente nel senso della direzione dell'asse di una delle zone degli spigoli terminali di combinazione fra i due romboedri (fig. 5, Tav. II).

*f)* Tipo tabulare verticale, per enorme sviluppo più nel senso verticale che nel senso orizzontale di due facce opposte del prisma esagono (fig. 8, 10 e 13, Tavola III). I

---

(1) I disegni li ho eseguiti tutti col metodo da me ideato alcuni anni fa, e pubblicato nella « *Rivista di Mineralogia e Cristallografia italiana* », Vol. XIX, pag. 17, col titolo « Nota sulla proiezione degli assi romboedrici ed esagonali ». Tale nuovo metodo porta perfettamente ai medesimi risultati estetici del comune metodo di HAIDINGER.

cristalli di questi ultimi due tipi offrono con quelli del tipo seguente le facce prismatiche fortemente striate e sono torbidi bianchicci.

*g)* Tipo tabulare orizzontale, che è come il precedente, con prevalente sviluppo secondo la direzione dell'asse della zona $[01\bar{1}]$ (fig. 2, 6, Tav. III). I cristalli, sia semplici che associati, di questo tipo offrono spesso facce tramoggiate.

*h)* Tipo tabulare obliquo, per enorme sviluppo su tutte le altre facce di due sole facce opposte d'uno dei due romboedri (fig. 3 e 4 Tav. II).

Tra l'uno e l'altro di questi tipi spiccati ci sono moltissimi termini di passaggio, alcuni dei quali assai rimarchevoli, come quelli effigiati nelle fig. 4 Tav. I e 11 T.ª III.

Infine abbiamo un tipo di cristalli ad impedito sviluppo come in fig. 10 Tav. I, a facce prismatiche curve e abito complessivo *ad uncino.*

## *Forme semplici trovate e loro combinazioni*

Le forme semplici da me trovate nei cristalli di questa specie, che, come è noto, è merosimmetrica oloasse del sistema romboedrico sono le seguenti dodici:
$(2\bar{1}\bar{1})$, $(100)$, $(22\bar{1})$, $(41\bar{2})$, $(3\bar{1}\bar{1})$, $(86\bar{3})$ *, $(8\bar{3}6)$ *, $(9\bar{4}8)$, $(10.\bar{1}.2)$ *, $(12.5.10)$ *, $(55\bar{7})$, $(77\bar{8})$.

Le loro combinazioni sono le seguenti:

1.ª $(100)$ $(22\bar{1})$ $(2\bar{1}\bar{1})$ fortemente predominante;

2.ª $(100)$ $(22\bar{1})$ $(2\bar{1}\bar{1})$ $(41\bar{2})$ in moltissimi cristalli, per lo più in quelli con abiti a tipo prismatico e tabulare;

3.ª $(100)$ $(22\bar{1})$ $(2\bar{1}\bar{1})$ $(86\bar{3})$ *, rarissima. Vedasi individuo a sinistra del gruppo effigiato in fig. 1 Tav. II.

4.ª $(100)$ $(22\bar{1})$ $(2\bar{1}\bar{1})$ $(55\bar{7})$ $(77\bar{8})$, rarissima. Vedasi individuo a destra nella medesima figura.

5.ª $(100)$ $(22\bar{1})$ $(2\bar{1}\bar{1})$ $(3\bar{1}\bar{1})$ $(55\bar{7})$ $(77\bar{8})$ $(8\bar{3}6)$* $(9\bar{4}8)$ $(10.\bar{1}.2)$* $(12.5.10)$*, anche questa rarissima. Vedasi l'individuo semplice della fig. 11 Tav. III.

Passo ora alla descrizione delle singole forme semplici:

*Prisma esagono diretto* $(2\bar{1}\bar{1})$. Questa forma l'ho trovata

in tutti i cristalli, nessuno eccettuato, e con le sue sei facce tutte presenti. In quasi tutti i cristalli piccoli dei tipi *a)*, *c)*, *e)*, *h)* tutte le sei facce di questa forma si mostrano del tutto liscie e pianissime e completamente prive di qualsiasi striatura. Nelle misure al goniometro mi offrivano sempre immagini perfettissime del tutto semplici e nitidissime con o senza una tenuissima sfumatura agli orli.

Nei cristalli degli altri tipi si mostrano o tutte o in parte solcate più o meno profondamente dalle striature orizzontali più o meno regolarmente distribuite in tutta o in parte della loro superficie, e tali da produrre al goniometro per riflessione immagini multiple più o meno lunghe e più o meno regolari. I cristalli più tozzi e più grossi del tipo *b)* mostrano inoltre una curvatura convessa più o meno marcata verso gli spigoli coi romboedri terminali.

*Romboedri diretti:* (100). Presente in tutti i cristalli esaminati e con tutte le sei facce in quelli terminati ai due estremi. Le facce hanno spesso dimensioni variabilissime nello stesso cristallo, e mentre nei cristalli mezzani e nei minori si mostrano pianissime e ben levigate da dare immagini semplici più o meno nitide, ma sempre molto brillanti al goniometro, nei cristalli più grossi e specialmente negli associati mostransi affette da tramoggie da tenuissime come striature a profondissime a scalinata. L'ineguale sviluppo delle facee di (100) sia rispetto a quelle della forma ($22\bar{1}$) sia rispetto a sè stesse e a quelle di ($2\bar{1}\bar{1}$) produce quei bizzarri abiti cristallini definiti ai tipi *c*), *d*), *e*), *h*).

($31\bar{1}$). L'ho trovata piuttosto rara in pochissimi cristalli, sempre con una sola faccia a lista stretta nella zona [$100:1\bar{2}\bar{2}$], offrente immagini discretamente buone.

La fig. 11, Tav. III fa vedere la faccia $1\bar{3}1$ di questa forma.

Ho misurato:

$100 : 3\bar{1}\bar{1}$ = 27.° 3′ III (1); 27.° 15′ III; 27.° 20′ 15″ III
= 27. 0 III; 27. 8. 45 III

Media = 27°. 14′. 45″ }
Calcolato con $\rho$ = 51.° 47′. 10″ (2) = 27 . 5. 0 } $d = + 9'.45''$

(1) La cifra romana che segue il numero rappresentante il valore angolare osservato indica il peso dell'osservazione.

(2) Costante di Kuppfer.

*Romboedri inversi:* $(22\bar{1})$. Presente in tutti i cristalli esaminati, e con proprietà pochissimo differenti da quelle di $(100)$ diretta corrispondente.

$(55\bar{7})$ corrispondente a $(3\bar{1}\bar{1})$. L'ho trovata con sicurezza in due soli cristalli.

Questi, che figurano effigiati nelle fig. 1 Tav. II e 11 Tav. III, mostrano una sola faccia stretta, il primo mostra la faccia $7\bar{5}\bar{5}$ compresa in zona fra $2\bar{1}\bar{1}$ e $1\bar{2}\bar{2}$, e il secondo la faccia $\bar{5}7\bar{5}$ compresa in zona fra $\bar{1}2\bar{1}$ e $\bar{2}1\bar{2}$.

Tanto per questa forma quanto per tutte le altre rare non eseguivo le misure se non le vedevo presentarsi con facce almeno discretamente piane e lucenti e visibili nettamente a lente abbassata.

Le stesse misure da me fatte per dedurre $(3\bar{1}\bar{1})$ valgono per la inversa corrispondente $(55\bar{7})$.

$(77\bar{8})$. L'ho trovata nei medesimi due cristalli con una sola faccia stretta. Nel primo offre la sola faccia $8\bar{7}\bar{7}$ compresa in zona fra $7\bar{5}\bar{5}$ e $1\bar{2}\bar{2}$, e nel secondo la sola faccia più larga $\bar{7}8\bar{7}$ compresa in zona fra $\bar{5}7\bar{5}$ e $\bar{2}1\bar{2}$.

Ho misurato con sicurezza

$$8\bar{7}\bar{7} : 100 = 55.^\circ\ 42'\ \text{I};\ 55.\ 44\ \text{II};\ 55.\ 43.\ 15\ \text{III}$$

$$\left.\begin{aligned}\text{Media} &= 55.\ 43.\ 15\\ \text{Calc.} &= 55.\ 43.\ 45\end{aligned}\right\}\ d = 0'.\ 30''$$

*Bipiramide trigona positiva:* $(41\bar{2})$. L'ho trovata con facciuzze rettangolari nettissime e ben lucenti in moltissimi cristalli, specialmente in quelli ad abito prismatico. In qualche cristallo ad abito bipiramidato o cuboide l'ho potuto vedere con una sola faccia molto grande (fig. 1 Tav. III). In un cristallo distorto (fig. 6 Tav. II) si presenta con una sola faccia, ma così grande da essere quasi eguale in dimensioni alla adiacente faccia del prisma. Qualche volta si presenta con qualche faccia strettissima come in figura 12, Tav. II. Raramente si presenta con più di una o due facce, come vedesi in fig. 5 Tav. I, e 12 Tav. II.

Che sia la bipiramide positiva l'ho potuto verificare, dove si presenta abbastanza grande. dalla disposizione delle striature, come vedesi in fig. 1, Tav. III.

Negli individui semplici non si presentano mai due facce consecutive a smussare agli estremi due vertici adiacenti

del prisma coi romboedri, ciò che invece si verifica in tutti i geminati ad asse [111].

*Trapezoedro trigono diretto positivo* $(10.\bar{1}.2)$*. L' ho trovata con sicurezza una sola volta (fig. 11 Tav. III) con una sola faccia, la $1.\bar{1}\bar{0}.\bar{2}$, a lista stretta compresa in zona fra $0\bar{1}0$ e $1\bar{2}\bar{2}$.

Che sia la forma negativa risulta dal fatto che essa presenta la sua faccia $1.\bar{1}\bar{0}.\bar{2}$ a destra della faccia $0\bar{1}0$ del romboedro diretto (100), cioè mostrerebbe, se l' avesse presente, la faccia $10.\bar{1}.2$ a sinistra della adiacente 100.

Ho misurato:

$0\bar{1}0 : 1.\bar{1}\bar{0}.\bar{2}$ = 11.° 23'. I; 11. 24 I; 13. 35 I
Media = 12. 27. 15 }
Calc. = 12. 9. 15 } $d = +8'.0''$

$1.\bar{1}\bar{0}.\bar{2} : 1\bar{2}\bar{2}$ = 32. 31. 30 I; 33. 34; 34. 52 I
Media = 33. 39. 15 }
Calc. = 34. 6. 30 } $d = -27'.15''$

La corrispondente positiva di questa forma fu per la prima volta trovata da vom Rath [1], ma non mi risulta che sia stata trovata da nessuno la forma negativa, per cui questa forma da me trovata, cioè la $(10.\bar{1}.2)$* è da ritenersi come *nuova*.

*Trapezoedri trigoni inversi negativi:* $(8\bar{3}6)$ *. L' ho trovata una volta con una sola faccia a lista stretta, la $38\bar{6}$, compresa in zona fra $1.\bar{1}\bar{0}.\bar{2}$ e $1\bar{2}\bar{2}$ (fig. 11, Tav. III). Anche questa per la stessa ragione che per la $(10.\bar{1}.2)$ è certamente forma negativa.

Ho misurato con sicurezza

$0\bar{1}0 : 38\bar{6} = 0\bar{1}0 : \bar{6}83$ = 38.° 1' II; 38. 12. II
Media = 38. 6. 30 }
Calc. = 38. 19. 30 } $d = -13'.0''$

Questa forma, come pure la corrispondente enantiomorfa positiva $(86\bar{3})$ *, mi risultano essere *nuove* per il quarzo.

$(9\bar{4}8)$. L' ho trovata una sola volta con una faccia sola

---

[1] V. Rath — Die Quarzkrystalle von Zöptau in Mähren « *Zeitschr. f. Kryst. u. Min.* » Vol. 5, pag. 1, anno 1881.

a lista larga, la $4\bar{9}\bar{8}$, compresa in zona fra $3\bar{8}\bar{6}$ e $1\bar{2}\bar{2}$ (fig. 11, Tav. III).

Ho misurato con sicurezza:

$0\bar{1}0 : 4\bar{9}\bar{8} = 43.^\circ\ 5'$ III, Calc. 43. 59. 30 $\Big\}\ d = +5'.30''$

$1\bar{2}\bar{2} : 4\bar{9}\bar{8} = 3.^\circ\ 13'$ III, Calc. = 3. 15 30 $\Big\}\ d = -2'.30$

Questa forma (come la corrispondente enantiomorfa positiva, che qui non ho però trovato) non è nuova, perchè fu già trovata da v. RATH (1).

(12. 5. 10)*. L'ho trovata una sola volta con una sola faccia, la 5. $\overline{12}$. $\overline{10}$, a lista strettissima, ma assai brillante, compresa in zona fra $3\bar{8}\bar{6}$ e $4\bar{9}\bar{8}$ (fig. 11, Tav. III).

Ho misurato con sicurezza

$0\bar{1}0$ : 5. $\overline{12}$. $\overline{10}$ = $41.^\circ\ 25'.\ 30''$ II, Calc. = 41. 10. 30 $\Big\}\ d = +15'.0''$

5. $\overline{12}$. $\overline{10}$ : $1\bar{2}\bar{2}$ = 4. 52 III, Calc. = 4. 45 $\Big\}\ d = +7'.0''$

Non mi risulta che sia stata mai trovata da altri Autori questa forma, che, in base alle mie misure bene accertate, mi permetto ritenere per *nuova*.

*Trapezoedro trigono inverso positivo* ($86\bar{3}$)*. L'ho trovata una sola volta con una faccia, la $\bar{6}83$, a lista stretta, brillantissima, compresa in zona fra $0\bar{1}0$ e $\bar{2}\bar{2}1$. Che la forma sia positiva risulta dal fatto che la sua faccia la mostra a destra della adiacente della forma diretta (100). (Fig. 1, Tavola II).

Le misure, da me fatte con sicurezza, per stabilire questa forma *nuova* sono quelle stesse che mi servirono per stabilire la forma negativa corrispondente ($8\bar{3}6$)*.

## *Associazioni parallele*

Interessanti sono le svariate associazioni parallele che offrono questi cristalli di S. Marcello.

---

(1) V. RATH — Mineralogische Mittheilungen - Quarze aus Nord - Carolina «*Zeitschrift f. Kryst. und Min.*» Vol. 10, anno 1885, pag. 156.

Occorre dividerle in tre categorie:

*a*) Associazioni di due o più individui più o meno nettamente distinti (fig. 1, e 13, Tav. II, e 2, 4 e 13 Tav. III).

*b*) Associazioni di uno o più subìndividui intorno ad un unico individuo (fig. 2, 8, 9, 11, 12, 13, Tav. I, 2, 10, 11 Tav. II, 3, 6, 8 Tav. III). È il caso più frequente.

*c*) Associazioni più complesse risultanti dalle due associazioni precedenti riunite insieme in un unico gruppo (fig. 4, Tav. I).

Nelle associazioni della prima e terza categoria ci è dato di facilmente vedere il tipo dell' abito dei singoli individui componenti.

Così la fig. 1, Tav. II rappresenta una associazione di due individui dello stesso tipo bipiramidato distorto; come pure si ha l' associazione di due individui entrambi di tipo prismatico (fig. 4 Tav. III); oppure di due individui entrambi di tipo tabulare (fig. 2, Tav. III).

Più frequenti sono le associazioni nelle quali i singoli individui offrono tipi di abito differenti.

Per esempio sono notevoli le due associazioni rappresentate dalle fig. 13 Tav. II e 9 Tav. III, che se non fosse per l' andamento parallelo delle striature sulle facce prismatiche, si scambierebbero a prima vista per geminati del Giappone.

Nella fig. 13 Tav. II l' individuo a sinistra è tabulare e quello inferiore a destra è bipiramidato; mentre nella figura 9 Tav. III quello superiore a sinistra è corto-prismatico, e l' altro è tabulare.

Un' associazione a tipi multipli prismatici, tabulari e bipiramidati è rappresentata in effigie dalla fig. 13 Tav. III.

Delle associazioni della seconda categoria sono notevoli le seguenti:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Associazioni | *a scettro* | come | vedesi | in fig. | 2 | Tav. | II |
| » | *a cappuccio* | » | » | » | 12 | » | I |
| » | *a bicorno* | » | » | » | 11 | » | I |
| » | *a ginòcchio* | » | » | » | 13 | » | I |
| » | *a gradino* | » | » | » | 8 | » | I |
| » | *a ventaglio* | » | » | » | 5 | » | III |

I subindividui assai raramente si vedono nettamente

risaltare intorno agli individui principali; bensì assai spesso mostrano passaggi a gradinate più o meno sensibili.

### *Associazioni elicoidali*

Questo tipo di associazioni già scoperto da altri Autori, e su cui lo Tschermak [1] fece recentissimamente degli studî importanti, non è raro nei cristalli di S. Marcello di Pistoja, anzi parecchi cristalli prismatici e tabulari di questa località a facce striate e torbidi bianchicci mostrano ben spiccato questo tipo per cui individui adiacenti anzichè trovarsi coi loro assi di simmetria in posizione parallela si presentano con detti assi rotati regolarmente in uno stesso senso, in modo che se si piglia uno di essi, p. es., l'asse superiore per generatrice, e per direttrice una elica, quello traccia nello spazio col variare continuo della sua direzione una superficie elicoidale. Quando l'associazione è di subindividui piccolissimi intorno ad un individuo grande, questo, per effetto di quelli, si presenta come una specie di covone, in modo poco dissimile da quello con cui, come è noto, si presentano i cristalli di stilbite.

### *Geminati e pseudogeminati*

Non ho trovato che cinque cristalli tra i più piccoli che mostrano la geminazione comune ad asse [111]. Essi sono limpidissimi della più bell'acqua e non mostrano la minima traccia di striatura in nessuna faccia.

Mi fu dato riconoscerli come geminati dal solo fatto del presentarsi delle facce di ($41\bar{2}$) su due vertici immediatamente consecutivi del prisma coi romboedri, ciò che, come è noto, negli individui semplici non avviene mai.

In un solo cristallo ho trovato un angolo rientrante (fig. 12 Tav. III) cioè l'angolo fra $2\bar{1}2$ e $\underline{\bar{1}4\bar{2}}$, dovuto ad accrescimento irregolare dei due individui componenti.

---

(1) *Ber. Ak. Wien. Denkschr. Juli 12, 1894.*

Di notevole ho trovato una associazione di due individui tabulari a forti striature prismatiche e di color tordido biancastro, che simula un geminato del Giappone, cioè a piano di geminazione $52\bar{1}$, senonchè i sistemi di striature delle facce $1\bar{2}1$ e $\underline{\bar{1}2\bar{1}}$, che si trovano in un medesimo piano invece di formare fra loro. come in quello, un angolo di 96° circa, formano un angolo di 129° circa.

I due individui non sono terminati che a un solo estremo mentre all' altro mostrano rottura perchè staccati dalla roccia dove erano impiantati.

Ho misurato i seguenti angoli rientranti

| | *n* | *p* | limiti | Medie | Calcolati |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 : $\underline{100}$ | 3 | 6 | 83.° 8'. — 83.°18'. | 83.°12'.45" | 83.°57'.30" |
| 010 : $\underline{010}$ | 3 | 6 | 57. 11 — 57. 19 | 57. 14.15 | 57. 19. 0 |
| $22\bar{1}$ : $\underline{22\bar{1}}$ | 3 | 9 | 63. 24.45 — 63. 32.39 | 63. 29. 0 | 63. 13.30 |

Da queste misure ho calcolato il simbolo dell' ipotetico piano di geminazione in $10.7.\bar{9}$.

Il simbolo è piuttosto complesso e poi non l' ho trovato che in un caso solo, e per ciò piuttosto che un vero geminato io inclino a ritenere il gruppo un pseudogeminato, come non è raro che avvenga nel quarzo, probabilmente dovuto ad una posizione speciale di due individui d' una associazione elicoidale.

## *Cenno sulle facce vicinali,*<br>*sulla poliedria e su altre irregolarità cristallogenetiche*

Nel passare in rassegna al goniometro a riflessione i singoli cristalli per le misure non potei non lasciar passare inosservato un fatto che io, a mio modo di vedere, ritengo dovuto a irregolarità nella cristallogenesi, cioè l' apparizione, specialmente nelle zone parallele alle striature orizzontali, laddove queste ricorrevano, di facciuzze assai strette e mal definite, che davano ognuna una immagine, ma in modo da formare tutte insieme delle serie quasi continue

di immagini, da non poter scegliere nessuna in modo certo e definito per stabilire delle misure. È inutile dire che pensai di astenermi dal fare simili misurazioni incerte i cui risultati, se ammessi, mi avrebbero condotto ad attribuire dei simboli ad indici alti a quelle faciuzze vicinali che, come giustamente osservò il MIERS [1] studiando alcuni cristalli di sostanze artificiali durante l'atto della loro formazione in mezzo alle loro soluzioni sature, si formano non continuamente ma *per saltum* durante la formazione di qualche faccia ad indici molto più semplici e realmente esistente nel cristallo.

Nel nostro caso le facce vicinali in zona fra i romboedri e il prisma, e, nel caso-limite, le striature orizzontali, non sarebbero che le facce stesse dei romboedri (100), (22$\bar{1}$) e del prisma (2$\bar{1}\bar{1}$) spostate dalla posizione più vicina alla vera per effetto di combinazione oscillatoria delle tre forme durante l'atto momentaneo di loro formazione nella cristallogenesi, combinazione oscillatoria che risulterebbe naturalmente tanto più marcata quanto più grande era l'accrescimento nella direzione dell'asse di simmetria superiore.

Così pure mi occorse di vedere dei gruppi d'immagini non in serie, che poi, esaminando bene con la lente la faccia del cristallo che le rifletteva, mi accorsi che erano dovute a rilievi quasi impercettibili. Ora questi rilievi, che davano gruppi d'immagini al posto di immagini semplici, sono evidentemente causati dall'esistenza di associazione di uno o più subindividui così intimamente uniti con l'individuo principale da dare a questo l'aspetto simulato d'un cristallo semplice.

Questa poliedria, poichè infatti si tratta di poliedria per le facce di cristalli così costituiti, l'ho osservata molte volte nei miei studi al goniometro, ma mai mi occorse di ammettere come attendibili le misure laddove questa poliedria si offriva, e quindi tali misure io le rigettavo senz'altro.

Ho osservato anch'io qui qualche cosa di simile a quel

---

[1] H. A. MIERS. — An Enquiry into the variation of angles observed in crystals, etc. — *Phil. Trans. R. Soc.* London. 1903.

che osservò lo STRÜVER [1] sui cristalli di Pirite del Piemonte e dell'Elba come pure, fra gli altri minerali, su quelli dell' Idocrasio del Lazio.

Riguardo alla Pirite egli dice testualmente così a p. 40 della sua pregevolissima Memoria dopo aver discorso dei fenomeni di poliedria offerti da cristalli di questa specie: « Ma anche nei cristalli le cui facce sono perfettissime e « non danno che una sola, ben definita immagine, frequen- « temente la esperienza ci dà risultati non concordanti colla « teoria. »

E dopo aver riferito un esempio da lui trovato conclude:

« Egli è appena necessario di aggiungere, che tali di- « screpanze fra esperienza e teoria non possono attribuirsi « nè allo strumento, nè all'osservatore, ma devono real- « mente esistere. »

E riguardo all' Idocrasio conclude a pag. 19 della Memoria relativa:

« 1° Gli angoli omologhi variano notevolmente anche « sopra un medesimo cristallo; 2° se i valori trovati per « gli angoli 111:331, si prestano ad essere interpretati in « senso favorevole alle idee enunciate dal BREITHAUPT, il « quale ammetteva una legge ben determinata che regole- « rebbe le oscillazioni dei valori angolari degli spigoli omo- « loghi d'una medesima forma semplice dell' Idocrasio, gli « altri angoli (331 : 110) invece infermano completamente « una simile ipotesi. »

Le mie numerose osservazioni sui singoli cristalli quali rilevansi dal prospetto a pag. 20-21, e perfino quelle più attendibili di peso III, quali rilevansi dai prospetti che cominciano a pag. 28, confermano luminosamente anche per il Quarzo di S. Marcello le osservazioni dell' Illustre Professore di Roma.

---

[1] G. STRÜVER — Studî sulla Mineralogia italiana — Pirite del Piemonte e dell' Elba — *R. Acc. Lincei* — *Classe Scienze fis. mat. e nat.* Serie II, Tom. XXVI, anno 1869.

DETTO — Studi sui minerali del Lazio — Parte II. — *Ibidem* Serie III, Tomo I, anno 1876.

Non mi resta che accennare alle facce curve, alle tramoggie e alle impronte.

Le facce curve, dovute probabilmente a impedito sviluppo nella cristallogenesi per qualche causa esteriore, le ho trovate nel cristallo effigiato in fig. 11 Tav. I e in qualche altro. Qui si vedono convesse le facce $2\bar{1}2$, 100 e $22\bar{1}$ del subindividuo a sinistra e 001 del subindividuo a destra.

In qualche altro cristallo, come in quello effigiato in fig. 10, Tav. I, le facce curve sono le prismatiche e sono concave anzichè convesse, e sono precisamente cilindriche con le generatrici parallele agli assi delle zone orizzontali.

In quanto alle tramoggie debbo notare che queste si presentavano, e con solchi profondi, quasi esclusivamente nei cristalli più grossi, e specialmente nelle numerose associazioni paralelle.

Le facce affette da tramoggie sono sempre o dell'uno o dell'altro dei due romboedri (100) e ($22\bar{1}$) o di tutti e due insieme. Vedansi fig. 4 Tav. II, e 4, 5, 6 Tav. III.

Il gruppo rappresentato nell'ultima figura ricorda davvicino i gruppi di quarzo tramoide della Porretta, ma se ne allontana alquanto per bellezza.

In quanto alle impronte debbo accennare di volo che queste hanno sempre forma geometrica di poliedri concavi, ed esaminandole attentamente ho constatato che sono dovute a cristalli minori di quarzo impiantati sulle facce improntate e poi staccatisi dal posto per una causa ignota.

## Determinazione del valore più probabile di $\rho$

Sessanta cristalli, scelti fra i migliori per la perfezione fisica delle loro facce, furono da me sottoposte alle osservazioni goniometriche adoperando all'uopo un goniometro Babinet che permetteva la lettura diretta dei 30″ e la stima dei quarti di minuto primo ([1]).

([1]) Il cerchio graduato dello strumento è diviso in gradi, mezzi gradi e quarti di grado, e il nonio è diviso in 15 parti eguali con

Le osservazioni al goniometro furono da me condotte nella scorsa primavera in una stanza scura per evitare forti sbalzi di temperatura. Ed infatti la temperatura era quasi sempre costantemente sui 15° C., non superando i 18° C.

In ogni misurazione, prima di procedere alle letture io davo sempre un peso alle immagini delle facce riflettenti osservate nel cannocchiale, e precisamente davo il peso III alle osservazioni di massima attendibilità, cioè a quelle nelle quali l' immagine mi appariva semplicissima e a contorni nitidissimi, il peso II alle osservazioni di media attendibilità, cioè a quelle nelle quali l' immagine mi appariva semplice ma a contorni un pochino sfumati; e il peso I alle osservazioni di attendibilità minima, è vero, ma non rigettabili, cioè a quelle nelle quali le immagini non apparivano semplici, ma quasi, e in ogni caso apparivano regolari e piuttosto brillanti.

Le osservazioni a cui non potevo dare uno di questi tre pesi le scartavo senz' altro. Così fu che scartai le osservazioni sopra 7 cristalli conservando quelle sopra 53, di 3 dei quali ho riferito precedentemente, e degli altri 50 mi occupo per la determinazione del valore più probabile di $\rho$.

È inutile dire che ho cercato di ridurre al minimo il coefficiente personale d' errore, misurando a intervalli regolari per evitare la stanchezza della vista.

Millenovecentotrentuno furono le misure da me eseguite *tutte* con la massima attenzione su 50 cristalli. Di queste, 805 davano valori angolari di peso III, 796 di peso II e 330, cioè meno del 25 %, di peso I.

---

tratti grandi e suddiviso in metà ancora con tratti più piccoli in modo che la scala di tutti i 30 tratti insieme dal primo tratto fino all' ultimo equivale esattamente a 29 tratti del cerchio graduato. Quando un tratto del cerchio diviso veniva in coincidenza approssimata con un tratto grande del nonio io leggevo direttamente i minuti primi sul nonio; quando veniva in coincidenza con un tratto piccolo leggevo i 30″ direttamente oltre ai minuti primi; quando invece per tale coinci denza mi trovavo in dubbio nella scelta tra l'uno e l'altro dei due tratti immediatamente successivi del nonio, allora credevo giusto di accontentarmi della stima dei quarti di minuto primo.

Le dimensioni approssimate dei cristalli misurati variano in volume cubato da $^1/_{75}$ di centimetro cubico a 8 centimetri cubici.

Ogni cristallo, dopo misurato, fu sottoposto al calcolo ordinario allo scopo di determinarne l'$\varepsilon$, cioè la differenza media fra osservazione e teoria per ogni cristallo.

In tal modo io ho potuto ottenere una classificazione dei 50 cristalli rapporto ai loro $\varepsilon$.

I risultati delle mie misure e dei miei calcoli sono riassunti brevemente nel seguente prospetto. Le lettere *p* indicano in esso i cristalli più piccoli cioè quelli le cui dimensioni cubate variano da $^1/_{75}$ a $^1/_4$ di centimetro cubico, le lettere *g* i cristalli più grandi che da più di 1 centimetro cubico vanno al massimo di 8.

Dalla colonna dei pesi medi, che risultano dalla divisione dei pesi complessivi per i numeri degli angoli si scorge che 38 dei cristalli hanno il peso medio compreso fra II e III; 3 hanno il peso II esattamente; e tutti gli altri hanno il peso fra I e II.

| N. d'ord. dei cristalli | Grandezza approssimativa | Numero degli angoli misurati | Peso complessivo | Peso medio | Distanza massima fra angoli omologhi | $\rho$ | $\varepsilon$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *m* | 27 | 79 | 2,9 | 1.° 0'. 0" | 52.° 1'.15" | 6'.18" |
| 2 | *m* | 55 | 148 | 2,7 | 0. 37'. 0" | 51. 50. 7 ,5 | 1.43 |
| 3 | *m* | 57 | 137 | 2,4 | 0. 56. 0 | 51. 46.22 | 5.24 |
| 4 | *m* | 39 | 107 | 2,7 | 0. 48. 0 | 51. 40. 7 ,5 | 3.51 |
| 5 | *p* | 20 | 58 | 2,9 | 0. 14. 0 | 51. 51.30 | 3.18 |
| 6 | *m* | 15 | 35 | 2,3 | 0. 19. 0 | 51. 49.52 ,5 | 8.10 |
| 7 | *p* | 29 | 50 | 1,7 | 1. 21. 0 | 51. 43.15 | 12. 1 |
| 8 | *p* | 38 | 86 | 2,3 | 0 46.15 | 51. 50. 0 | 8.58 |
| 9 | *m* | 43 | 89 | 2,1 | 1. 5. 0 | 51. 48.22 ,5 | 2.45 |
| 10 | *g* | 36 | 68 | 1,9 | 0. 57. 0 | 51. 47. 0 | 9.27 |
| 11 | *g* | 69 | 178 | 2,6 | 0. 45. 0 | 51. 44.22 ,5 | 2,38 |
| 12 | *g* | 29 | 64 | 2,2 | 0. 50.30 | 51. 50. 7 ,5 | 1.18 |
| 13 | *g* | 32 | 78 | 2,4 | 0. 36.45 | 51. 43.22 ,5 | 4.36 |
| 14 | *g* | 58 | 141 | 2,4 | 0. 39.30 | 51. 48. 0 | 2.15 |
| 15 | *g* | 52 | 96 | 1,8 | 0. 42. 0 | 51. 44.22 ,5 | 5.22 |
| 16 | *m* | 49 | 117 | 2,4 | 0. 36.15 | 51. 48. 7 ,5 | 2.35 |
| 17 | *g* | 33 | 64 | 1,9 | 0. 45.45 | 51. 50.22 ,5 | 2. 0 |
| 18 | *g* | 42 | 89 | 2,1 | 0. 50. 0 | 51. 59.37 ,5 | 3.28 |
| 19 | *m* | 46 | 97 | 2,1 | 0. 48. 0 | 51. 47.15 | 2.45 |
| 20 | *g* | 20 | 44 | 2,2 | 0. 15.30 | 51. 48. 7 ,5 | 4.48 |
| 21 | *g* | 26 | 50 | 1,9 | 0. 48. 0 | 51. 47.22 ,5 | 7.11 |
| 22 | *m* | 48 | 99 | 2,0 | 1. 11. 0 | 51. 47.22 ,5 | 4.18 |
| 23 | *m* | 54 | 121 | 2,2 | 0. 47.30 | 51. 49. 0 | 1.11 |
| 24 | *m* | 45 | 127 | 2,9 | 0. 6.30 | 51. 47.37 ,5 | 0.20 |
| 25 | *p* | 26 | 55 | 2,1 | 0. 55. 0 | 51. 39.22 ,5 | 7.39 |
| 26 | *p* | 56 | 130 | 2,3 | 1. 10. 0 | 51. 45.45 | 2.50 |
| 27 | *p* | 44 | 107 | 2,4 | 1. 2. 0 | 51. 49. 7 ,5 | 4.56 |
| 28 | *p* | 12 | 35 | 2,9 | 0. 29. 0 | 52. 8.15 | 6.10 |
| 29 | *p* | 33 | 73 | 2,2 | 0. 58. 0 | 51. 25.15 | 8.54 |
| 30 | *p* | 48 | 92 | 1,9 | 1. 9.30 | 51. 51.15 | 3.22 |

| N. d' ord. dei cristalli | Grandezza approssimativa | Numero degli angoli misurati | Peso complessivo | Peso medio | Distanza massima fra angoli omologhi | ρ | ε |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | *p* | 34 | 75 | 2,2 | 0.°46′. 0″ | 51.°43′.45″ | 10′. 4″ |
| 32 | *p* | 37 | 89 | 2,4 | 1. 34. 0 | 51. 43.45 | 5.23 |
| 33 | *p* | 46 | 105 | 2,3 | 1. 20.30 | 51. 47.22 ,5 | 5.47 |
| 34 | *g* | 23 | 60 | 2,6 | 0. 13. 0 | 51. 48.37 ,5 | 2.30 |
| 35 | *m* | 29 | 49 | 1,7 | 0. 57.30 | 51. 43.30 | 3.52 |
| 36 | *m* | 28 | 58 | 2,1 | 0. 46. 0 | 51. 42. 7 ,5 | 4.54 |
| 37 | *p* | 47 | 96 | 2,0 | 2. 12. 0 | 51. 49. 0 | 4.55 |
| 38 | *p* | 39 | 104 | 2,7 | 1. 12. 0 | 51. 47. 7 ,5 | 5.13 |
| 39 | *p* | 16 | 39 | 2,4 | 0. 40. 0 | 51. 42.52 ,5 | 12.24 |
| 40 | *m* | 9 | 19 | 2,1 | 1. 6. 0 | 51. 40.45 | 5.27 |
| 41 | *p* | 37 | 75 | 2,0 | 1. 41. 0 | 51. 54.22 ,5 | 5.11 |
| 42 | *p* | 16 | 34 | 2,1 | 0. 52. 0 | 51. 58.45 | 6. 7 |
| 43 | *p* | 57 | 132 | 2,3 | 0. 36.30 | 51. 47.45 | 6.51 |
| 44 | *p* | 52 | 98 | 1,9 | 1. 35. 0 | 51. 47.37 ,5 | 3.48 |
| 45 | *p* | 56 | 153 | 2,7 | 0. 32. 0 | 51. 48.37 ,5 | 2. 1 |
| 46 | *p* | 73 | 195 | 2,7 | 1. 5. 0 | 51. 47.22 ,5 | 3.41 |
| 47 | *p* | 34 | 84 | 2,5 | 0. 34. 0 | 51. 48. 0 | 1.52 |
| 48 | *p* | 40 | 112 | 2,8 | 0. 29. 0 | 51. 50.30 | 1.47 |
| 40 | *p* | 57 | 148 | 2,6 | 1. 20. 0 | 51. 48. 0 | 6.20 |
| 50 | *p* | 40 | 95 | 2,4 | 1. 24. 0 | 51. 51.37 ,5 | 10.48 |
| | | 1931 | 4034 | 2,1 | Valor medio di ε = | | 4′.37″ |

Si scorge dal precedente prospetto che gli ε variano da un minimo di 0′.20″ (n.° 24) a un massimo di 12′.24″ (n.° 39).

Ciò posto, ho pensato bene di dividere tutti i 50 cristalli in tre gruppi:

I° gruppo di cristalli il cui ε varia da 0′. 20″ a 4′. 18″. Comprende 23 cristalli, cioè quasi il 50 °/₀ del complesso.

II° gruppo di cristalli il cui $\varepsilon$ varia da 4'. 36' a 8' 10". Comprende 20 cristalli.

III° gruppo di cristalli il cui $\varepsilon$ varia da 8'. 54" al massimo di 12'. 24". Comprende solo 7 cristalli.

La ragione per cui i cristalli di quest' ultimo gruppo non li ho scartati per la determinazione della costante più probabile sta principalmente nel fatto che per lo più, offrono distanze angolari massime molto piccole in confronto di quelle che offrono per lo più quei cristalli del primo gruppo il cui $\varepsilon$ è invece piccolissimo.

Come non ho scartato questi ho creduto bene di non scartare nemmeno quelli.

Per il calcolo di $\rho$, ho cominciato col determinare dapprima, col metodo dei *minimi quadrati*, i valori più probabili $\rho_1$, $\rho_2$, $\rho_3$ della costante rispettivamente del I° del II° e del III° gruppo, allo scopo di determinare il valor medio $\rho_m$ da paragonare col valore più probabile $\rho$ che, pure col metodo dei minimi quadrati, ho poi determinato in ultimo sopra i cristalli dei 3 gruppi fusi insieme.

Qui porto i prospetti dei singoli calcoli:

## I.° GRUPPO

| Angoli | OSSERVATI | | | | CALCOLATI ([2]) | differenze |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | *n* | *p* | medie ([1]) | | |
| $100:010$ | 85.° 7′ — 86.°20′ | 54 | 130 | 85.°58′. 0″ | 85.°46′.45″ | + 11′.15″ |
| $100:2\bar{1}\bar{1}$ | 37. 29 — 38. 46 | 220 | 507 | 38. 19. 0 | 38. 12. 0 | + 7. 0 |
| $100:\bar{1}22$ | 103. 5 — 104. 24 | 101 | 233 | 103. 36. 0 | 103. 36.15 | — 0.15 |
| $100:22\bar{1}$ | 45. 34 — 47. 5. 30 | 177 | 402 | 46. 18.30 | 46. 16.30 | + 2. 0 |
| $100:1\bar{2}1$ | 65.54.30 — 67. 51 | 315 | 701 | 66. 50.30 | 66. 51.45 | — 1.15 |
| $100:41\bar{2}$ | 28. 29 — 29. 24 | 25 | 62 | 28. 54.15 | 28. 54.15 | 0. 0 |
| $41\bar{2}:1\bar{2}1$ | 37. 40 — 38. 16 | 25 | 61 | 37. 57.30 | 37. 57.30 | 0. 0 |
| $41\bar{2}:00\bar{1}$ | 68. 7 — 68. 42. 30 | 6 | 16 | 68. 42.15 | 68. 39.45 | + 2.30 |
| $41\bar{2}:2\bar{1}\bar{4}$ | 48. 50 — 48. 52 | 3 | 9 | 48. 51. 0 | 48. 51.45 | — 0.45 |
| | | 927 | 2121 | | | |

(1) Le medie riportate in questo e nei successivi tre prospetti sono le medie ***più probabili***, poichè le ho ottenute applicando la formola

$$\frac{\sum_{1n}^{n} O_n \, p^2_n}{\sum_{1}^{n} n \, p^2_n}$$

dove $n$ rappresenta il numero totale degli angoli omologhi osservati, $O_n$, uno qualunque di questi $n$ angoli, e $p_n$, il peso di ogni osservazione.

(2) I valori sono riportati tutti approssimati a meno di $^1/_4$ di minuto primo.

Costante più probabile: $\rho_1 = 51.^\circ 48'. 7''$; $\mu_1 = 4'. 28''$; mentre nel primo calcolo in cui a $\rho$ si diede il valore 51.° 48', $\mu_1' = 4'. 33''$; e col secondo calcolo in cui a $\rho$ si diede il valore 51.° 49', $\mu_1'' = 4'. 43''$.

II.° GRUPPO

| Angoli | OSSERVATI | | | | | CALCOLATI | differenze |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | | *n* | *p* | medie | | |
| 100 : 010 | 84.°22'.30'' | — 86.°4'30''. | 41 | 89 | 85.°48'.15'' | 85.°47'.15'' | + 1'. 0'' |
| 100 : 2$\bar{1}\bar{1}$ | 37. 8 | — 38. 57 | 134 | 318 | 38. 13. 0 | 38. 11.30 | + 1.30 |
| 100 : $\bar{1}$22 | 102. 47 | — 104. 38 | 61 | 151 | 103. 37.15 | 103. 37. 0 | + 0.15 |
| 100 : 22$\bar{1}$ | 45. 42 | — 47. 25 | 108 | 225 | 46. 16.45 | 46. 16.45 | 0. 0 |
| 100 : 1$\bar{2}$1 | 65. 17 | — 67. 55 | 157 | 355 | 66. 51.15 | 66. 51.45 | + 0.30 |
| 100 : 41$\bar{2}$ | 28. 18 | — 29. 44 | 28 | 58 | 28. 52.15 | 28. 54.15 | + 2. 7 |
| 41$\bar{2}$ : 1$\bar{2}$1 | 37. 3 | — 38. 14 | 27 | 59 | 37. 57.30 | 37. 57.15 | + 0.15 |
| 41$\bar{2}$ : 001 | 68. 33 | — 68. 54 | 3 | 7 | 68. 51.30 | 68. 39.15 | + 12.15 |
| 41$\bar{2}$ : 2$\bar{1}\bar{4}$ | ——— | | 1 | 1 | 48. 51. 0 | 48. 51.15 | — 0.15 |
| | | | 560 | 1263 | | | |

Costante più probabile: $\rho_2 = 51.^\circ 48'. 27''$; $\mu_2 = 1'. 17''$; mentre col primo calcolo, in cui a $\rho$ si diede il valore 51°. 48'.37'',5, $\mu_2' = 1'. 20''$; e col secondo calcolo, in cui a $\rho$ si diede il valore variato 51.° 47'. 37'', 5, $\mu_2'' = 1'. 23''$.

III.° GRUPPO

| Angoli | OSSERVATI | | | | CALCOLATI | differenze |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | limiti | *n* | *p* | medie | | |
| 100:010 | 85.°27′— 86.° 7′ | 11 | 31 | 85.°43′.45″ | 85.°44′.15″ | — 0′.30″ |
| 100:2$\bar{1}\bar{1}$ | 36. 50 — 38. 38.30 | 37 | 74 | 37. 46.15 | 38. 13.30 | — 27.15 |
| 100:$\bar{1}$22 | 103. 27 — 104. 34 | 28 | 70 | 103. 30. 0 | 103. 33. 0 | — 3. 0 |
| 100:22$\bar{1}$ | 45. 38 — 46. 38 | 39 | 74 | 46. 12.15 | 46. 15.30 | — 3.15 |
| 100:1$\bar{2}$1 | 65. 46 — 68. 1 | 58 | 113 | 66. 45. 0 | 66. 52.15 | — 7.15 |
| 100:41$\bar{2}$ | 28. 9 — 29. 10.30 | 13 | 28 | 28. 46. 0 | 28. 54.15 | — 8.15 |
| 41$\bar{2}$:1$\bar{2}$1 | 37. 19 — 37. 57.30 | 9 | 18 | 37. 38.15 | 37. 58.15 | — 20. 0 |
| | | 195 | 403 | | | |

Costante più probabile: $\rho_3 = 51.°\,46'.\,27''$, $\mu_3 = 13'.\,31''$, mentre col primo calcolo in cui a $\rho$ si diede il valore 51.° 45′, $\mu_3' = 14'.\,10''$, e col secondo calcolo in cui a $\rho$ si diede il valore variato 51.° 46′, $\mu_3'' = 13'.\,45''$.

Riassumendo i risultati dei calcoli di questi tre gruppi abbiamo:

I° gruppo: $\rho_1 = 51.°\,48'.\ 7''$ ; $\mu_1 = 4'.\,28''$
II° » $\rho_2 = 51.\ 48.27$ ; $\mu_2 = 1.17$
III° » $\rho_3 = 51.\ 46.27$ ; $\mu_3 = 13.31$

Come vedesi il valore più attendibile è quello risultante dal II° gruppo.

Fatta la media delle tre costanti mi risulta per essa il valore $\rho_m = 51.°47'.40''$.

Ho fatto il calcolo generale su tutti i 50 cristalli insieme, e i risultati messi a confronto con quelli calcolati con $\rho_m$ emergono dal seguente prospetto:

| Angoli (¹) | OSSERVATI | | | Calcolati colla costante media più probabile | D | Calcolati colla costante media | Δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | P | Medie (²) generali | | | | |
| $100:010$ | 106 | 250 | 85.°51'.15" | 85.°46'.15" | + 5'. 0" | 85.°46'. 0" | + 5'.25" |
| $100:2\bar{1}\bar{1}$ | 391 | 899 | 38. 15.15 | 38. 12.15 | + 3. 0 | 38. 12.15 | + 3. 0 |
| $100:\bar{1}22$ | 190 | 454 | 103. 35.15 | 103. 35.30 | — 0.15 | 103. 35.15 | 0. 0 |
| $100:22\bar{1}$ | 324 | 701 | 46. 17.45 | 46 16.15 | + 1.30 | 46. 16.15 | + 1.30 |
| $100:1\bar{2}1$ | 530 | 1169 | 66. 51. 0 | 66. 52. 0 | — 1. 0 | 66. 52. 0 | — 1. 0 |
| $100:41\bar{2}$ | 66 | 148 | 28. 54. 0 | 28. 54.15 | — 0.15 | 28. 54.15 | — 0.15 |
| $41\bar{2}:1\bar{2}1$ | 62 | 138 | 37. 57. 0 | 37. 57.30 | — 0.30 | 37. 57.30 | — 0.30 |
| $41\bar{2}:00\bar{1}$ | 9 | 23 | 68. 43.15 | 68. 40.15 | + 3. 0 | 68. 40.30 | + 2.45 |
| $41\bar{2}:2\bar{1}\bar{4}$ | 4 | 10 | 48. 51. 0 | 48. 52.30 | — 1.30 | 48. 47. 0 | + 4. 0 |
| | 1682 | 3792 | | | | | |

(¹) Ho escluso dal calcolo coi minimi quadrati gli angoli teorici di 60° e 90°, perchè indipendenti da $\rho$.

(²) Per mancanza di largo non ho qui riportato i limiti, che del resto si desumono a colpo d'occhio guardando le colonne dei limiti riportati dei tre precedenti prospetti.

Costante più probabile: $\rho = 51.^\circ 47'. 45''$, $\mu = 2'. 5''$; mentre col primo calcolo in cui a $\rho$ si diede il valore $51.^\circ 47'. 37''. 5$, $\mu' = 2'. 6''$; e col secondo calcolo in cui a $\rho$ si diede il valore variato $51.^\circ 48'.37''.5$, $\mu'' = 2'. 17''$.

I valori calcolati con $\rho_m$ messi a confronto cogli osser-servati mi diedero $\mu_m = 2'. 10''$.

Mettendo a confronto le costanti $\rho$ e $\rho_m$ si vede che poichè gli errori medî relativi $\mu$ e $\mu_m$ differiscono fra loro di soli 5″, che è quantità inferiore al limite di approssimazione strumentale delle osservazioni, che è, come sappiamo di 15″, sarebbe, in senso relativo, del tutto indifferente l'adottare l'una o l'altra delle due costanti.

Ma in senso assoluto adotto quella per cui l' errore medio è il più piccolo, e quindi ritengo *come costante definitiva per il quarzo di S. Marcello Pistoiese* $\rho = \mathbf{51^\circ. 47'. 45''}$.

*L' errore medio* $\mu = \mathbf{2'. 5''}$ *è uno dei più piccoli che si possano raggiungere nello studio cristallografico di una specie minerale.*

Risultato questo assai soddisfacente, date le numerosissime misure da me istituite su cristalli della massima perfezione.

## Limiti entro i quali si verifica la legge della costanza degli angoloidi diedri relativamente alle osservazioni di peso III e di peso II.

Poichè un carattere saliente dei cristalli di S. Marcello è quello di mostrare forti divergenze dall' abito regolare, può risultare interessante uno studio particolareggiato sui numerosissimi angoli misurati allo scopo di dimostrare entro quali limiti si verifica la legge della costanza degli angoloidi diedri. E ciò ho io fatto con accuratezza e i risultati espongo qui nei seguenti prospetti.

Ho trascurato di considerare le osservazioni di peso I poichè queste sono meno del 25 % di tutte le osservazioni, e offrono perciò influenza insensibile sul risultato complessivo.

## I. ANGOLO 100:122

| Valori osservati di peso III | *n* [1] | *n* × *d* [2] | | Valori osservati di peso II | *n* [1] | *n* × *d* [2] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | − | + | | | − | + |
| 102.°27'. 0" | 1 | 1.° 8'.30" | | | | | |
| . 29'. 0 | 1 | 1. 6.30 | | | | | |
| 103. 5. 0 | 1 | 0. 30.30 | | | | | |
| . 6.30 | 1 | . 29. 0 | | | | | |
| | | | | 103.° 9'. 0" | 1 | 26'.30" | |
| | | | | . 10.30 | 1 | 25. 0 | |
| | | | | . 13. 0 | 1 | 22.30 | |
| . 14. 0 | 1 | . 21.30 | | | | | |
| | | | | . 14.30 | 1 | 21. 0 | |
| | | | | . 17. 0 | 1 | 18.30 | |
| | | | | . 18.30 | 2 | 34. 0 | |
| . 19. 0 | 3 | . 49.30 | | . 19. 0 | 1 | 16.30 | |
| . 21.15 | 1 | . 14.15 | | . 20. 0 | 1 | 15.30 | |
| . 21.30 | 1 | . 14. 0 | | | | | |
| . 22. 0 | 1 | . 13.30 | | | | | |
| . 22.30 | 1 | . 13. 0 | | | | | |
| . 23. 0 | 2 | . 25. 0 | | | | | |
| . 23.30 | 1 | . 12. 0 | | | | | |
| . 24. 0 | 1 | . 11.30 | | . 24. 0 | 1 | 11.30 | |
| . 24.30 | 2 | . 22. 0 | | | | | |
| . 25. 0 | 1 | . 10.30 | | | | | |
| . 25.30 | 3 | . 30. 0 | | | | | |
| . 26. 0 | 1 | . 9.30 | | . 26. 0 | 1 | 9.30 | |
| . 27. 0 | 2 | . 17. 0 | | . 27. 0 | 1 | 8.30 | |
| . 27.30 | 1 | . 8. 0 | | . 27.30 | 1 | 8. 0 | |
| . 28. 0 | 9 | . 67.30 | | . 28. 0 | 1 | 7.30 | |
| | | | | . 28.30 | 1 | 7. 0 | |
| . 28.45 | 1 | . 6.45 | | | | | |
| . 29. 0 | 1 | . 6.30 | | . 29. 0 | 1 | 6.30 | |
| . 29.30 | 2 | . 12. 0 | | | | | |
| . 30. 0 | 2 | . 11. 0 | | . 30. 0 | 2 | 11. 0 | |
| . 30.15 | 1 | . 5.15 | | | | | |
| . 30.30 | 3 | . 15. 0 | | | | | |
| . 31. 0 | 1 | . 4.30 | | . 31. 0 | 1 | 4.30 | |
| | | | | . 32. 0 | 2 | 7. 0 | |

| Valori osservati di peso III | $n$ [1] | $n \times d$ [2] | | Valori osservati di peso II | $n$ [1] | $n \times d$ [2] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 103.°32'.30" | 1 | 0.°3'. 0" | | 103.°32'.30" | 1 | 3'. 0" | |
| . 33. 0 | 3 | . 7.30 | | | | | |
| . 33.30 | 2 | . 4. 0 | | | | | |
| . 34. 0 | 4 | . 6. 0 | | . 34. 0 | 1 | 1.30 | |
| . 34.15 | 1 | . 1.15 | | | | | |
| . 34.30 | 4 | . 4. 0 | | | | | |
| . 35. 0 | 5 | . 2.30 | | | | | |
| . 35.30 | 2 | — | — | . 35.30 | 1 | — | — |
| . 35.45 | 1 | | 0'.1 " | | | | |
| . 36. 0 | 2 | | 1. 0 | . 36. 0 | 1 | | 0'.30" |
| . 36.30 | 2 | | 2. 0 | . 36.30 | 1 | | 1. 0 |
| . 37. 0 | 6 | | 9. 0 | . 37. 0 | 1 | | 1.30 |
| | | | | . 37.30 | 1 | | 2. 0 |
| . 38. 0 | 1 | | 2.30 | . 38. 0 | 4 | | 10. 0 |
| . 38.30 | 1 | | 3. 0 | | | | |
| . 39. 0 | 4 | | 14. 0 | | | | |
| . 40. 0 | 4 | | 18. 0 | | | | |
| . 40.15 | 1 | | 4.45 | | | | |
| . 41. 0 | 2 | | 11. 0 | | | | |
| | | | | . 41.30 | 2 | | 12. 0 |
| . 42. 0 | 1 | | 6.30 | . 42. 0 | 1 | | 6.30 |
| . 42.15 | 1 | | 6.45 | | | | |
| . 43. 0 | 2 | | 15. 0 | . 43. 0 | 1 | | 7.30 |
| | | | | . 44. 0 | 1 | | 8.30 |
| . 45. 0 | 3 | | 28.30 | . 45. 0 | 1 | | 9.30 |
| . 45.30 | 1 | | 10. 0 | | | | |
| | | | | . 45.45 | 1 | | 10.15 |
| . 46.30 | 1 | | 11. 0 | . 46. 0 | 1 | | 10.30 |
| | | | | . 46.30 | 3 | | 33. 0 |
| . 47.30 | 1 | | 12. 0 | . 48. 0 | 2 | | 25. 0 |
| . 49. 0 | 1 | | 13.30 | | | | |
| . 52.15 | 1 | | 16.45 | | | | |
| | | | | . 53. 0 | 1 | | 17.30 |
| | | | | . 54. 0 | 2 | | 37. 0 |
| | | | | . 58. 0 | 3 | | 67.30 |
| | | | | . 59.30 | 1 | | 24. 0 |

| Valori osservati di peso III | n [1] | n × d [2] | | Valori osservati di peso II | n [1] | n × d [2] | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 104°. 0′. 0″ | 1 | | 24′.30″ | 104.° 1′. 0″ | 1 | | 25′.30″ |
| | | | | . 3. 0 | 1 | | 27.30 |
| | | | | . 7. 0 | 1 | | 31.30 |
| | | | | . 9.30 | 1 | | 34. 0 |
| | | | | . 24. 0 | 1 | | 48.30 |
| | | | | . 26. 0 | 1 | | 50.30 |
| | | | | . 33. 0 | 1 | | 58.30 |
| . 38. 0 | 1 | | . 2.30 | | | | |
| | 106 | | | | 60 | | |

Media: 103.°32′.46″ — 103.°33′.19″
Calc.: 103. 35.30 — 103. 35.30″
± D = 0.°1′.44″ — ± D = 0.°2′.11″

Σ[3](—*nd*) = 622′.30″; Σ[4](+*nd*) = 272′.30″ — Σ[3](—*nd*) = 274′.30″; Σ[4](+ *nd*) = 559′.45″
— *d*[5] = 9′.26″; + *d*[6] = 6′.49″ — — *d*[5] = 10′.59″; + *d*[6] = 15′.33″

± *d* = 8′.7″ — ± *d* = 13′.16″

---

(1) Numero degli angoli osservati di identico valore.
(2) Prodotti delle differenze fra osservazione e teoria negative e positive col numero degli angoli di valore identico.
(3) Somma dei prodotti negativi.
(4) » » » positivi.
(5) Differenza media negativa fra osservazione e teoria.
(6) » » positiva » »

## II. ANGOLO 100:2$\overline{11}$

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 37.° 2'. 0'' | 1 | 1.°10'.15'' | |
| | | | | . 8. 0 | 1 | 1. 4.15 | |
| | | | | . 18. 0 | 1 | 0. 54.15 | |
| | | | | . 23. 0 | 1 | . 49.15 | |
| | | | | . 29.30 | 1 | . 42.45 | |
| | | | | . 35. 0 | 1 | . 37.15 | |
| 37.°36'. 0'' | 1 | 36'.15'' | | | | | |
| | | | | . 37. 0 | 1 | . 35.15 | |
| | | | | . 38. 0 | 1 | . 34.15 | |
| . 40.30 | 1 | 31.45 | | . 40.30 | 1 | . 31.45 | |
| | | | | . 31. 0 | 1 | . 31.15 | |
| | | | | . 41.30 | 1 | . 30.45 | |
| . 43. 0 | 1 | 29.15 | | | | | |
| | | | | . 44. 0 | 1 | . 28.15 | |
| | | | | . 45. 0 | 1 | . 27.15 | |
| . 46. 0 | 1 | 26.15 | | | | | |
| | | | | . 46.30 | 1 | . 25.45 | |
| | | | | . 48. 0 | 2 | . 48.30 | |
| | | | | . 49. 0 | 2 | . 46.30 | |
| | | | | . 50.15 | 1 | . 22. 0 | |
| | | | | . 50.45 | 1 | . 21.30 | |
| | | | | . 52. 0 | 1 | . 20.15 | |
| | | | | . 52.45 | 1 | . 19.30 | |
| | | | | . 53.45 | 1 | . 18.30 | |
| | | | | . 54. 0 | 2 | . 36.30 | |
| | | | | . 55. 0 | 2 | . 34.30 | |
| . 56. 0 | 2 | 32.30 | | . 56. 0 | 2 | . 32.30 | |
| . 57. 0 | 2 | 30.30 | | . 57. 0 | 2 | . 30.30 | |
| . 57.30 | 2 | 29.30 | | . 57.30 | 1 | . 14.40 | |
| . 58. 0 | 1 | 13.45 | | | | | |
| | | | | . 58.45 | 1 | . 13.30 | |
| . 59. 0 | 3 | 39.45 | | . 59. 0 | 1 | . 13.15 | |
| | | | | . 59.45 | 1 | . 12.30 | |
| 38. 0. 0 | 1 | 12.15 | | 38. 0. 0 | 1 | . 12.15 | |
| . 1. 0 | 2 | 22.30 | | . 1. 0 | 3 | . 33.45 | |
| | | | | . 2. 0 | 1 | . 10.15 | |
| . 2.15 | 1 | 10.15 | | | | | |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 38.° 2'.30" | 1 | 9'.45" | | | | | |
| . 3. 0 | 1 | 9.15 | | 38.°3'. 0" | 1 | 0.° 9'.15" | |
| | | | | . 3.30 | 1 | . 8.45 | |
| . 4. 0 | 1 | 8.15 | | . 4. 0 | 1 | . 8.15 | |
| . 4.30 | 1 | 7.45 | | | | | |
| . 5. 0 | 3 | 21.45 | | | | | |
| . 5.30 | 4 | 27. 0 | | | | | |
| . 6. 0 | 2 | 12.30 | | . 6. 0 | 1 | . 6.15 | |
| . 6.30 | 2 | 11.30 | | | | | |
| . 7. 0 | 2 | 10.30 | | . 7. 0 | 5 | . 26.15 | |
| . 7.30 | 2 | 9.30 | | | | | |
| . 8. 0 | 2 | 8.30 | | | | | |
| . 8.15 | 1 | 4. 0 | | | | | |
| | | | | . 8.30 | 2 | . 7.30 | |
| . 8.45 | 1 | 3.30 | | . 8.45 | 1 | . 3,30 | |
| . 9. 0 | 6 | 19.30 | | . 9. 0 | 6 | . 19.30 | |
| . 9.15 | 1 | 3. 0 | | | | | |
| . 9.30 | 3 | 8.15 | | . 9.30 | 2 | . 5.30 | |
| . 10. 0 | 7 | 15.45 | | . 10. 0 | 3 | . 6.45 | |
| | | | | . 10.15 | 1 | . 2. 0 | |
| . 10.30 | 3 | 5.45 | | . 10.30 | 3 | . 5.15 | |
| . 11. 0 | 6 | 7.30 | | . 11. 0 | 3 | . 3.45 | |
| . 11.30 | 1 | 0.45 | | . 11.30 | 3 | . 2.15 | |
| . 12. 0 | 10 | 2.30 | | . 12. 0 | 5 | . 1.15 | |
| . 12.30 | 4 | | 1'. 0" | . 12.30 | 1 | | 0'.15" |
| . 12.45 | 1 | | 0.30 | | | | |
| . 13. 0 | 6 | | 4.30 | . 13. 0 | 2 | | 1.30 |
| . 13.30 | 1 | | 1.15 | . 13.30 | 1 | | 1.15 |
| . 13.45 | 1 | | 1.30 | | | | |
| . 14. 0 | 9 | | 15.45 | . 14. 0 | 3 | | 5.15 |
| . 14.30 | 6 | | 15. 0 | . 14.30 | 1 | | 2.15 |
| . 15. 0 | 10 | | 27.30 | . 15. 0 | 4 | | 11. 0 |
| . 15.15 | 1 | | 3. 0 | | | | |
| . 15.30 | 5 | | 16.15 | . 15.30 | 2 | | 6.30 |
| . 16. 0 | 8 | | 30. 0 | . 16. 0 | 4 | | 15. 0 |
| . 16.30 | 2 | | 8.30 | . 16.30 | 1 | | 4.15 |
| . 16.45 | 1 | | 4.30 | . 16.45 | 1 | | 4.30 |
| . 17. 0 | 8 | | 38. 0 | . 17. 0 | 3 | | 14.15 |
| . 17.15 | 1 | | 5. 0 | . 17.15 | 1 | | 5. 0 |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | − | + | | | − | + |
| 38.°17'.30" | 2 | | 10'.30" | 38.°17'.30" | 2 | | 10'.30" |
| . 18. 0 | 3 | | 17.15 | . 18. 0 | 6 | | 34.30 |
| . 18.30 | 4 | | 25. 0 | . 18.30 | 1 | | 6.15 |
| . 19. 0 | 3 | | 20.15 | . 19. 0 | 3 | | 20.15 |
| | | | | . 19.30 | 1 | | 7.15 |
| . 19.45 | 1 | | 7.30 | | | | |
| . 20. 0 | 1 | | 7.45 | . 20. 0 | 1 | | 7.45 |
| . 20.15 | 1 | | 8. 0 | | | | |
| . 20.30 | 1 | | 8.15 | . 20.30 | 1 | | 8.15 |
| . 21. 0 | 5 | | 43.45 | | | | |
| | | | | . 21.45 | 1 | | 9.30 |
| . 22. 0 | 2 | | 29.15 | . 22. 0 | 2 | | 19.30 |
| . 23.15 | 1 | | 11. 0 | | | | |
| . 24. 0 | 1 | | 11.45 | . 23.30 | 1 | | 11.15 |
| | | | | . 24.30 | 1 | | 12.15 |
| . 25. 0 | 2 | | 25.30 | | | | |
| . 26. 0 | 2 | | 27.30 | . 26. 0 | 6 | | 82.30 |
| . 27. 0 | 1 | | 14.45 | . 27. 0 | 1 | | 14.45 |
| . 28. 0 | 1 | | 15.45 | | | | |
| | | | | . 28.30 | 1 | | 16.15 |
| . 30. 0 | 1 | | 17.45 | . 30. 0 | 1 | | 17.45 |
| | | | | . 33. 0 | 1 | | 20.45 |
| | | | | . 36.30 | 1 | | 24.15 |
| | | | | . 37.30 | 1 | | 25.15 |
| . 39. 0 | 1 | | 26.45 | | | | |
| | | | | . 44. 0 | 1 | | 31.45 |
| . 46.30 | 1 | | 34.15 | | | | |
| | | | | . 47. 0 | 1 | | 35.45 |
| | 177 | | | | 136 | | |

Media: 38.° 6'32"
Calc.: 38. 12.15
± D = 0.°5'.43"

$\Sigma(-nd) = 520'.45"$ ; $\Sigma(+nd) = 534'.45"$
$-d = 6'.40"$ ; $+d = 5'.24"$

$\pm d = 6'.2"$

38.° 7'.35"
38. 12.15
± D = 0.°4'.40"

$\Sigma(-nd) = 1119'.25"$ ; $\Sigma(+nd) = 187'.15"$
$-d = 14'.21"$ ; $+d = 8'.24"$

$\pm d = 11'.22"$

III. ANGOLO 100 : 010

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85.° 6'. 0" | 1 | 40'.14" | |
| | | | | . 7. 0 | 1 | 39.14 | |
| | | | | . 9. 0 | 1 | 36.14 | |
| | | | | . 11.30 | 1 | 34.44 | |
| 85.°22'. 0" | 1 | 24'.14" | | . 18. 0 | 1 | 28.14 | |
| | | | | . 23.30 | 1 | 22.44 | |
| | | | | . 24.30 | 1 | 21.44 | |
| . 27. 0 | 2 | 38.28 | | | | | |
| . 28.30 | 1 | 17.44 | | | | | |
| | | | | . 30.30 | 1 | 15.44 | |
| | | | | . 31. 0 | 1 | 15.14 | |
| . 33. 0 | 1 | 13.14 | | . 33. 0 | 1 | 13.14 | |
| . 35. 0 | 2 | 22.28 | | | | | |
| . 36. 0 | 1 | 10.14 | | | | | |
| . 36.30 | 1 | 9.44 | | | | | |
| . 37. 0 | 1 | 9.14 | | . 37. 0 | 2 | 18.28 | |
| | | | | . 38. 0 | 3 | 24.42 | |
| | | | | . 38.30 | 1 | 7.44 | |
| . 39. 0 | 1 | 7.14 | | | | | |
| | | | | . 40. 0 | 1 | 6.14 | |
| | | | | . 40.30 | 1 | 5.44 | |
| . 41. 0 | 2 | 10.28 | | . 41. 0 | 1 | 5.14 | |
| . 42. 0 | 2 | 8.28 | | . 42. 0 | 1 | 4.14 | |
| . 44. 0 | 1 | 2.14 | | | | | |
| . 45. 0 | 2 | 2.28 | | . 45. 0 | 1 | 1.14 | |
| . 45.30 | 1 | 0.44 | | . 45.30 | 2 | 1.28 | |
| . 46. 0 | 1 | 0.14 | | . 46. 0 | 1 | 0.14 | |
| . 46.30 | 1 | | 0'.16" | | | | |
| | | | | . 46.45 | 1 | | 0'.31" |
| . 47. 0 | 3 | | 2.18 | . 47. 0 | 1 | | 0.46 |
| . 47.30 | 1 | | 1.16 | . 47.30 | 1 | | 1.16 |
| . 47.45 | 1 | | 1.31 | | | | |
| . 48. 0 | 3 | | 5.18 | . 48. 0 | 1 | | 1.46 |
| . 49. 0 | 2 | | 5.32 | | | | |
| . 50. 0 | 2 | | 7.32 | . 50. 0 | 2 | | 7.32 |
| . 51. 0 | 1 | | 4.46 | | | | |
| . 51.30 | 1 | | 5.16 | | | | |
| . 52. 0 | 1 | | 5.46 | | | | |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + |
|---|---|---|---|
| 85.°52'.30" | 1 | | 0'.16" |
| . 53.45 | 1 | | 7.31 |
| . 54. 0 | 3 | | 23.38 |
| . 55.45 | 1 | | 9.31 |
| . 56. 0 | 1 | | 9.46 |
| . 57. 0 | 1 | | 10.46 |
| . 58. 0 | 1 | | 11.46 |
| . 58.30 | 1 | | 12.16 |
| . 59. 0 | 1 | | 12.46 |
| . 59.30 | 1 | | 13.16 |
| 86. 2. 0 | 1 | | 15.46 |
| . 3. 0 | 1 | | 16.46 |
| . 4. 0 | 1 | | 17.46 |
| . 5. 0 | 1 | | 18.46 |
| . 7. 0 | 1 | | 20.46 |
| | 53 | | |

Media: 85.°46'.35"
Calc.: 85. 46.14
± D = 0.°0'.21"

Σ (− $n\,d$) = 177'.10" ; Σ (+ $n\,d$) = 246'.53"
− $d$ = 8'.51" ; + $d$ = 7'.16"
± $d$ = 7'.3"

| Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + |
|---|---|---|---|
| 85.°53'. 0" | 2 | | 13'.32" |
| . 54. 0 | 2 | | 15.32 |
| . 55. 0 | 1 | | 8.46 |
| . 55.30 | 1 | | 9.16 |
| 86. 1. 0 | 1 | | 13.46 |
| . 3. 0 | 2 | | 33.32 |
| . 4.30 | 1 | | 18.16 |
| . 6. 0 | 1 | | 19.46 |
| . 9. 0 | 1 | | 22.46 |
| . 16. 0 | 1 | | 29.46 |
| . 20. 0 | 1 | | 33.46 |
| | 44 | | |

85.°43'.40"
85. 46.14
± D = 0.°2'.34"

Σ (− $n\,d$) = 342'.36" ; Σ (+ $n\,d$) = 230'.35"
− $d$ = 14'.16" ; + $d$ = 11'.31"
± $d$ = 12'.53"

IV. ANGOLO 100 : 221

| Valori osservati di peso III | *n* | *n* × *d* − | *n* × *d* + | Valori osservati di peso II | *n* | *n* × *d* − | *n* × *d* + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 45.°35'. 0" | 1 | 41'.15" | |
| | | | | . 44. 0 | 1 | 32.15 | |
| | | | | . 53. 0 | 1 | 23.15 | |
| 45.°54'. 0" | 1 | 22'.15" | | . 54. 0 | 1 | 22.15 | |
| . 55. 0 | 1 | 21.15 | | . 55. 0 | 1 | 21.15 | |
| | | | | . 56. 0 | 2 | 40.30 | |
| . 57. 0 | 1 | 19.15 | | | | | |
| | | | | . 58.30 | 3 | 53.15 | |
| | | | | . 59. 0 | 2 | 34.30 | |
| | | | | 46. 0.30 | 2 | 31.30 | |
| 46. 2. 0 | 1 | 14.15 | | . 2. 0 | 1 | 14.15 | |
| | | | | . 3. 0 | 1 | 13.15 | |
| | | | | . 4. 0 | 2 | 24.30 | |
| . 5. 0 | 3 | 33.45 | | . 5. 0 | 2 | 22.30 | |
| . 5.30 | 1 | 10.45 | | | | | |
| . 5.45 | 1 | 10.30 | | | | | |
| . 6. 0 | 1 | 10.15 | | . 6. 0 | 1 | 10.15 | |
| . 6.30 | 1 | 9.45 | | | | | |
| . 7. 0 | 3 | 27.45 | | . 7. 0 | | 9.15 | |
| . 7.30 | 1 | 8.45 | | . 7.30 | 1 | 17.30 | |
| . 8. 0 | 1 | 8.15 | | | 2 | | |
| | | | | . 8.30 | | 7.45 | |
| . 9. 0 | 2 | 14.30 | | | 1 | | |
| . 9.30 | 1 | 6.45 | | . 9.30 | 1 | 6.45 | |
| . 10. 0 | 4 | 25. 0 | | . 10. 0 | 3 | 18.45 | |
| . 11. 0 | 3 | 15.45 | | . 11. 0 | 4 | 21. 0 | |
| | | | | . 11.30 | 1 | 4.45 | |
| . 12. 0 | 4 | 17. 0 | | . 12. 0 | 2 | 8.30 | |
| . 12.30 | 1 | 3.45 | | . 12.30 | 1 | 3.45 | |
| . 13. 0 | 4 | 13. 0 | | . 13. 0 | 3 | 9.45 | |
| | | | | . 13.15 | 1 | 3. 0 | |
| . 13.30 | 4 | 11. 0 | | . 13.30 | 2 | 5.30 | |
| . 14. 0 | 2 | 4.30 | | . 14. 0 | 5 | 11.15 | |
| . 14.15 | 2 | 4. 0 | | | | | |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 46.°14'.30" | 2 | 3'.30" | | 46.°14'.30" | 1 | 1'.45" | |
| . 15. 0 | 5 | 6.15 | | | | | |
| . 15.15 | 1 | 1. 0 | | | | | |
| . 15.30 | 3 | 2.15 | | . 15.30 | 1 | 0.45 | |
| . 16. 0 | 7 | 1.45 | | . 16. 0 | 4 | 1. 0 | |
| . 16.30 | 2 | | 0'.15" | . 16.30 | 3 | | 0'.45" |
| . 17. 0 | 8 | | 6. 0 | . 17. 0 | 3 | | 2.15 |
| . 17.30 | 4 | | 5. 0 | | | | |
| . 18. 0 | 3 | | 5.15 | . 18. 0 | 3 | | 5.15 |
| . 18.15 | 3 | | 6. 0 | | | | |
| . 18.30 | 5 | | 11.15 | . 18.30 | 1 | | 2.15 |
| . 19. 0 | 10 | | 27.30 | . 19. 0 | 8 | | 22. 0 |
| . 19.30 | 6 | | 19.30 | . 19.30 | 1 | | 3.15 |
| . 20. 0 | 5 | | 18.45 | . 20. 0 | 1 | | 3.45 |
| . 20.30 | 1 | | 4.15 | | | | |
| . 21. 0 | 2 | | 9.30 | . 21. 0 | 6 | | 30.30 |
| . 21.30 | 1 | | 5.15 | . 21.30 | 1 | | 5.15 |
| . 22. 0 | 2 | | 11.30 | . 22. 0 | 1 | | 5.45 |
| . 23. 0 | 3 | | 20.15 | . 23. 0 | 2 | | 13.30 |
| . 23.30 | 1 | | 7.15 | . 23.30 | 1 | | 7.15 |
| . 23.45 | 1 | | 7.30 | | | | |
| . 24. 0 | 2 | | 15.30 | | | | |
| | | | | . 24.30 | 3 | | 24.45 |
| . 25. 0 | 2 | | 17.30 | . 25. 0 | 2 | | 17.30 |
| | | | | . 25.30 | 1 | | 9.15 |
| . 26. 0 | 2 | | 19.30 | . 26. 0 | 1 | | 9.45 |
| . 26.30 | 1 | | 10.15 | | | | |
| | | | | . 27. 0 | 2 | | 21.30 |
| | | | | . 27.30 | 1 | | 11.15 |
| . 28. 0 | 2 | | 23.30 | . 28. 0 | 2 | | 23.30 |
| . 29. 0 | 2 | | 25.30 | . 29. 0 | 3 | | 38.15 |
| | | | | . 30. 0 | 4 | | 55. 0 |
| . 30.30 | 1 | | 14.15 | | | | |
| . 31. 0 | 1 | | 14.45 | | | | |
| | | | | . 31.30 | 2 | | 30.30 |
| | | | | . 32. 0 | 2 | | 31.30 |

| Valori osservati di peso III | n | n × d | | Valori osservati di peso II | n | n × d | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| | | | | 46.°32'.45" | 1 | | 16'.30" |
| | | | | . 33.15 | 1 | | 17. 0 |
| 46.°34'.30" | 1 | | 18'.15" | | | | |
| | | | | . 35. 0 | 1 | | 18.45 |
| . 36. 0 | 1 | | 19.45 | . 36. 0 | 1 | | 19.45 |
| . 37. 0 | 1 | | 20.45 | . 37. 0 | 2 | | 41.30 |
| | | | | . 38. 0 | 1 | | 21.41 |
| . 40. 0 | 2 | | 47.30 | | | | |
| | | | | . 40.30 | 1 | | 24.15 |
| | | | | . 41. 0 | 1 | | 24.45 |
| | | | | . 44. 0 | 2 | | 55.30 |
| | | | | . 45. 0 | 1 | | 28.45 |
| | | | | . 52. 0 | 1 | | 35.45 |
| | | | | . 54. 0 | 1 | | 37.45 |
| | | | | . 56. 0 | 1 | | 39.45 |
| | | | | 47. 1. 0 | 1 | | 44.45 |
| | | | | . 25. 0 | 1 | | 1. 8.45 |
| | 136 | | | | 125 | | |

Media: 46.°16'.53" — 46.°19'. 9"

Calc.: 46. 16.15 — 46. 16.15

± D = 0.°0'.38" — ± D = 0.°2'.54"

Σ(— *n d*) = 326'.45" ; Σ(+ *n d*) = 412'. 0" — Σ(— *n d*) = 515'.45" ; Σ(+ *n d*) = 869'.45"

— *d* = 5'.21" ; + *d* = 5'.30" — — *d* = 9'.33" ; + *d* = 12'.15"

± *d* = 5'. 25" — ± *d* = 10'. 54"

V. ANGOLO 100 : 121

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 65.°46'. 0" | 1 | 1.° 5'.52" | |
| | | | | . 56. 0 | 1 | 0. 55.52 | |
| | | | | 66. 4. 0 | 1 | . 47.52 | |
| | | | | . 6. 0 | 1 | . 45.52 | |
| | | | | . 10.15 | 1 | . 41.37 | |
| 66.°12'. 0" | 1 | 39'.52" | | . 12. 0 | 1 | . 39.52 | |
| | | | | . 15. 0 | 1 | . 36.52 | |
| . 15.30 | 1 | 36.22 | | | | | |
| | | | | . 16. 0 | 1 | . 35.52 | |
| | | | | . 17. 0 | 2 | . 69.44 | |
| | | | | . 18. 0 | 1 | . 33.52 | |
| | | | | . 21. 0 | 2 | . 60.44 | |
| . 21.30 | 1 | 30.22 | | | | | |
| . 22. 0 | 1 | 29.52 | | | | | |
| | | | | . 22.45 | 1 | . 29. 7 | |
| | | | | . 23. 0 | 2 | . 56.44 | |
| | | | | . 23.30 | 1 | . 28.22 | |
| | | | | . 24.45 | 1 | . 27. 7 | |
| | | | | . 26. 0 | 3 | . 77.36 | |
| | | | | . 26.30 | 1 | . 25.22 | |
| . 27. 0 | 1 | 24.52 | | . 27. 0 | 3 | . 72.36 | |
| . 28. 0 | 1 | 23.52 | | . 28. 0 | 2 | . 47.44 | |
| | | | | . 30. 0 | 3 | . 64.36 | |
| . 30.30 | 1 | 21.22 | | | | | |
| | | | | . 31.30 | 2 | . 40.44 | |
| | | | | . 32. 0 | 1 | . 19.52 | |
| . 32.30 | 1 | 19.22 | | . 32.30 | 1 | . 19.22 | |
| . 33. 0 | 1 | 18.52 | | | | | |
| . 33.30 | 1 | 18.22 | | | | | |
| . 34. 0 | 1 | 17.52 | | . 34. 0 | 2 | . 35.44 | |
| | | | | . 34.30 | 2 | . 32.44 | |
| | | | | . 35. 0 | 2 | . 33.44 | |
| . 36. 0 | 2 | 31.44 | | . 36. 0 | 2 | . 31.44 | |
| | | | | . 37. 0 | 2 | . 29.44 | |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|
| | | — | + |
| 66.°38'. 0" | 1 | 13.'52." | |
| . 38.30 | 1 | 13.22 | |
| . 39. 0 | 1 | 12.52 | |
| . 39.30 | 1 | 12.22 | |
| . 40. 0 | 1 | 11.52 | |
| . 40.30 | 1 | 11.22 | |
| . 41. 0 | 2 | 21.44 | |
| . 42. 0 | 1 | 9.52 | |
| . 43. 0 | 1 | 8.52 | |
| . 43.30 | 1 | 8.22 | |
| . 44. 0 | 1 | 7.52 | |
| . 45. 0 | 2 | 13.44 | |
| . 45.30 | 1 | 6.22 | |
| . 46. 0 | 8 | 46.56 | |
| . 46.30 | 4 | 21.28 | |
| . 47. 0 | 9 | 43.48 | |
| . 47.30 | 1 | 4.22 | |
| . 48. 0 | 6 | 23.12 | |
| . 48.45 | 2 | 6.14 | |
| . 49. 0 | 10 | 28.40 | |
| . 49.30 | 3 | 7. 6 | |
| . 50. 0 | 9 | 16.48 | |
| . 50.30 | 6 | 8.12 | |
| . 51. 0 | 8 | 6.56 | |
| . 51.15 | 1 | 0.37 | |
| . 51.30 | 4 | 1.28 | |
| . 51.45 | 1 | 0. 7 | |
| . 52. 0 | 6 | | 0'.48" |

| Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|
| | | — | + |
| 66.°37'.30" | 1 | 0.°14'.22" | |
| . 38.15 | 1 | . 13.37 | |
| . 39. 0 | 1 | . 12.52 | |
| . 40.30 | 3 | . 34. 6 | |
| . 41. 0 | 3 | . 32.36 | |
| . 42. 0 | 3 | . 29.36 | |
| . 42.30 | 1 | . 12.22 | |
| . 43. 0 | 4 | . 35.28 | |
| . 43.45 | 1 | . 8. 7 | |
| . 44. 0 | 4 | . 31.28 | |
| . 44.30 | 1 | . 7.22 | |
| . 45. 0 | 8 | . 54.56 | |
| . 45.30 | 1 | . 6.22 | |
| . 46. 0 | 8 | . 46.56 | |
| . 47. 0 | 5 | . 24.20 | |
| . 47.30 | 2 | . 8.44 | |
| . 48. 0 | 6 | . 23.12 | |
| . 48.30 | 1 | . 3.22 | |
| . 48.45 | 2 | . 6.14 | |
| . 49. 0 | 8 | . 22.56 | |
| . 50. 0 | 4 | . 7.26 | |
| . 50.30 | 4 | . 5.28 | |
| . 50.45 | 2 | . 2.14 | |
| . 51. 0 | 1 | . 0.52 | |
| . 51.30 | 4 | . 1.28 | |
| . 51.45 | 1 | . 0. 7 | |
| . 52. 0 | 2 | | 0'.16" |
| . 52.15 | 1 | | 0.23 |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osrervati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 66.°52'.30" | 6 | | 3.'48' | 66.°52'.30" | 1 | | 0'.38 |
| . 53. 0 | 12 | | 9.36 | . 53. 0 | 6 | | 6.48 |
| . 53.15 | 1 | | 1.23 | | | | |
| . 53.30 | 2 | | 3.16 | . 53.30 | 6 | | 9.48 |
| | | | | . 53.45 | 1 | | 1.53 |
| . 54. 0 | 9 | | 28.12 | . 54. 0 | 4 | | 8.16 |
| | | | | . 54.15 | 1 | | 2.23 |
| . 54.30 | 2 | | 5.16 | | | | |
| . 55. 0 | 8 | | 25. 4 | . 55. 0 | 5 | | 15.40 |
| . 55.15 | 1 | | 3.23 | | | | |
| . 55.30 | 2 | | 7.16 | | | | |
| . 56. 0 | 10 | | 41.20 | . 56. 0 | 4 | | 16.32 |
| . 56.30 | 3 | | 13.54 | . 56.30 | 5 | | 23.10 |
| | | | | . 56.45 | 1 | | 4.53 |
| . 57. 0 | 4 | | 20.32 | . 57. 0 | 4 | | 20.32 |
| . 57.30 | 2 | | 11.16 | . 57.30 | 1 | | 5.38 |
| . 57.45 | 1 | | 5.53 | | | | |
| . 58. 0 | 5 | | 30.40 | . 58. 0 | 3 | | 18.24 |
| . 58.15 | 2 | | 12.46 | | | | |
| | | | | . 58.30 | 1 | | 6.38 |
| . 59. 0 | 3 | | 21.24 | . 59. 0 | 4 | | 28.32 |
| | | | | . 59.30 | 2 | | 15.16 |
| 67. 0. 0 | 3 | | 24. 0 | 67. 0. 0 | 2 | | 16.16 |
| | | | | . 0.15 | 1 | | 8.23 |
| | | | | . 0.30 | 1 | | 8.38 |
| . 0.45 | 1 | | 8.53 | | | | |
| . 1. 0 | 3 | | 27.24 | . 1. 0 | 3 | | 27.24 |
| | | | | . 1.30 | 2 | | 19.16 |
| . 2. 0 | 3 | | 30.24 | . 2. 0 | 2 | | 20.16 |
| | | | | . 2.30 | 2 | | 21.16 |
| | | | | . 3. 0 | 4 | | 44.32 |
| . 3.30 | 1 | | 11.38 | . 3.30 | 1 | | 11.38 |
| . 4. 0 | 1 | | 12. 8 | . 4. 0 | 3 | | 36 24 |
| | | | | . 4.30 | 1 | | 12.38 |
| . 4.45 | 1 | | 12.53 | | | | |
| . 5. 0 | 2 | | 26.16 | . 5. 0 | 3 | | 39.24 |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 66.° 5'.30" | 1 | | 13'.38" | 66.° 5'.30" | 2 | | 27'.16" |
| | | | | . 6. 0 | 1 | | 14. 8 |
| . 6.30 | 1 | | 14.38 | | | | |
| | | | | . 7. 0 | 3 | | 45.24 |
| | | | | . 7.15 | 1 | | 15.23 |
| . 8. 0 | 1 | | 16. 8 | . 8. 0 | 5 | | 90.40 |
| | | | | . 9. 0 | 1 | | 17. 8 |
| | | | | . 9.30 | 1 | | 17.38 |
| | | | | . 11. 0 | 1 | | 19.38 |
| | | | | . 12.45 | 1 | | 20.53 |
| . 14. 0 | 1 | | 22. 8 | | | | |
| | | | | . 15. 0 | 1 | | 23. 8 |
| | | | | . 16.30 | 1 | | 25.38 |
| | | | | . 17.30 | 1 | | 26.38 |
| | | | | . 18. 0 | 2 | | 53.36 |
| . 18.30 | 1 | | 26.38 | | | | |
| | | | | . 19. 0 | 2 | | 54.16 |
| | | | | . 19.30 | 1 | | 27.38 |
| | | | | . 20. 0 | 1 | | 28. 8 |
| | | | | . 23. 0 | 1 | | 31. 8 |
| | | | | . 24.30 | 1 | | 32. 8 |
| | | | | . 53. 0 | 1 | | 1. 1. 8 |
| | 199 | | | | 230 | | |

Media: 66.°50'.57" — 66.°48'.44"

Calc.: 66. 51 .52 — 66. 51 .52

± D = 0.°0'.55" — ± D = 0.°3'.8"

$\Sigma(-nd) = 681'.10"$ ; $\Sigma(+nd) = 472'.33"$ — $\Sigma(-nd) = 1653'.28"$ ; $\Sigma(+nd) = 1032'.38"$

$-d = 6'.49"$ ; $+d = 4'.46"$ — $-d = 13'.33"$ ; $+d = 10'.24"$

$\pm d = 5'.47"$ — $\pm d = 11'.58"$

VI. ANGOLO 100 : 412

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 28.° 9'.30" | 1 | 44'.45" | | | | | |
| | | | | 28°.29'. 0" | 1 | 25'.15" | |
| . 41. 0 | 1 | 13.15 | | | | | |
| | | | | . 42. 0 | 2 | 24.30 | |
| | | | | . 43.30 | 1 | 10.45 | |
| . 45. 0 | 1 | 9.15 | | | | | |
| | | | | . 45.15 | 1 | 8.45 | |
| | | | | . 45.30 | 1 | 9. 0 | |
| . 47. 0 | 1 | 7.15 | | . 47. 0 | 4 | 29. 0 | |
| | | | | . 47.30 | 1 | 6.45 | |
| . 48. 0 | 1 | 6.15 | | . 48. 0 | 1 | 6.15 | |
| . 48.30 | 1 | 5.45 | | . 48.30 | 1 | 5.45 | |
| . 49. 0 | 3 | 15.45 | | . 49. 0 | 2 | 10.30 | |
| . 50. 0 | 1 | 4.15 | | | | | |
| . 50.30 | 2 | 7.30 | | . 50.30 | 2 | 7.30 | |
| . 51. 0 | 3 | 9.45 | | | | | |
| | | | | . 52. 0 | 1 | 2.15 | |
| . 53.30 | 1 | 0.45 | | . 53.30 | 1 | 0.45 | |
| . 54. 0 | 1 | 0.15 | | . 54. 0 | 1 | 0.15 | |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 28.°54'.30" | 1 | | 0'.15" | | | | |
| . 55. 0 | 1 | | 0.45 | | | | |
| . 55.30 | 1 | | 1.15 | | | | |
| | | | | 28.°56'. 0" | 3 | | 5'.15" |
| | | | | . 56.30 | 1 | | 2.15 |
| . 58.30 | 1 | | 4.15 | | | | |
| | | | | . 59. 0 | 2 | | 9.30 |
| | | | | 29 . 0. 0 | 1 | | 5.45 |
| 29 . 3. 0 | 1 | | 8.45 | . 3. 0 | 1 | | 8.45 |
| . 4. 0 | 1 | | 9.45 | . 4. 0 | 2 | | 19.30 |
| . 5. 0 | 1 | | 10.45 | | | | |
| | | | | . 8. 0 | 1 | | 13.45 |
| | | | | . 10.30 | 1 | | 16.15 |
| | | | | . 12.45 | 1 | | 18.30 |
| | | | | . 14. 0 | 1 | | 19.45 |
| | | | | . 14.30 | 1 | | 20.15 |
| . 24. 0 | 1 | | 29.45 | | | | |
| | 25 | | | | 35 | | |

Media: 28.°51'.53"
Calc.: 28. 54.15
$\pm$ D = 0.°2'.22"

$\Sigma(-n\,d) = 124'.45"$; $\Sigma(+n\,d) = 65'.30"$
$-d = 7'.20"$; $+d = 8'.11"$

$\pm d = 7'.45"$

28.°56'.59"
28. 54.15
$\pm$ D = 0.°2'.44"

$\Sigma(-n\,d) = 147'.15"$; $\Sigma(+n\,d) = 139'.30"$
$-d = 7'.22"$; $+d = 9'.18"$

$\pm d = 8'.20"$

VII. ANGOLO $41\bar{2} : \bar{1}21$

| Valori osservati di peso III | *n* | *n* × *d* − | *n* × *d* + | Valori osservati del peso II | *n* | *n* × *d* − | *n* × *d* + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37.° 3'. 0" | 1 | 57'.37" | | | | | |
| | | | | 37.°19'. 0" | 1 | 38'.37" | |
| | | | | . 24.30 | 1 | 33. 7 | |
| | | | | . 25. 0 | 1 | 32.37 | |
| . 37.30 | 1 | 20. 7 | | | | | |
| | | | | . 40. 0 | 1 | 17.37 | |
| . 42. 0 | 1 | 15.37 | | | | | |
| | | | | 43. .30 | 1 | 14. 7 | |
| | | | | . 44. 0 | 1 | 13.37 | |
| | | | | . 44.30 | 1 | 13. 7 | |
| | | | | . 45.30 | 1 | 12. 7 | |
| . 47. 0 | 2 | 21.14 | | . 47. 0 | 1 | 10.37 | |
| . 47.45 | 1 | 9.52 | | | | | |
| | | | | . 48. 0 | 2 | 19.14 | |
| . 50. 0 | 1 | 7.37 | | | | | |
| | | | | . 52. 0 | 2 | 11.14 | |
| | | | | . 52.30 | 1 | 5. 7 | |
| | | | | . 53. 0 | 1 | 4.37 | |
| | | | | . 53.45 | 1 | 3.52 | |
| . 55.30 | 1 | 2. 7 | | | | | |
| . 57. 0 | 4 | 2.28 | | | | | |
| | | | | . 57.30 | 1 | 0. 7 | |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| 37.°58′. 0″ | 1 | | 0′.23″ | 37.°58′. 0″ | 1 | | 0′.23″ |
| . 59. 0 | 1 | | 1.23 | | | | |
| . 59.30 | 3 | | 5.39 | . 59.30 | 1 | | 1.53 |
| | | | | 38. 0. 0 | 1 | | 2.23 |
| | | | | . 0.30 | 1 | | 2.53 |
| 38. 1. 0 | 1 | | 3.23 | | | | |
| . 2. 0 | 1 | | 4.23 | | | | |
| | | | | . 2.30 | 1 | | 4.53 |
| | | | | . 4. 0 | 1 | | 6.23 |
| . 5. 0 | 1 | | 8.23 | . 5. 0 | 1 | | 7.23 |
| | | | | . 6.30 | 1 | | 8.53 |
| | | | | . 9.15 | 1 | | 11.38 |
| | | | | . 13. 0 | 1 | | 15.23 |
| | | | | . 14. 0 | 1 | | 16.23 |
| | | | | . 16. 0 | 1 | | 18.23 |
| | 20 | | | | 29 | | |

Media: 37°52′. 4″
Calc.: 37. 57.27
± D = 0.°5′.33″

$\Sigma(-n\,d) = 136'.39''$; $\Sigma(+n\,d) = 23'.34''$
$-\,d = 11'.23''$; $+\,d = 2'.57''$
$\pm\,d = 6'.10''$

37.°51′.16″
37. 57.37
± D = 0.°6′.21″

$\Sigma(-n\,d) = 229'.44''$; $\Sigma(+n\,d) = 96'.51''$
$-\,d = 19'.24''$; $+\,d = 8'.\,4''$
$\pm\,d = 13'.44''$

## VIII. ANGOLO $41\bar{2} : 00\bar{1}$

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + | Vatori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ − | $n \times d$ + |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 68°. 7'.0" | 1 | 33'.19" | |
| | | | | . 28.0 | 1 | 12.19 | |
| 68.°33'. 0', | 1 | 7'.19" | | | | | |
| . 35. 0 | 1 | 5.19 | | | | | |
| . 37. 0 | 1 | 3.19 | | | | | |
| . 38.15 | 1 | 2. 4 | | | | | |
| . 42.30 | 1 | | 2'.11" | | | | |
| | | | | . 51.0 | 1 | | 10'.41" |
| | | | | . 52.0 | 1 | | 11.41 |
| | | | | . 54.0 | 1 | | 13.41 |
| | 5 | | | | 5 | | |

Media: 68.°37'. 9"
Calc.: 68. 40.19
$\pm$ D = 0°.3'.10"

$\Sigma(-\,n\,d) = 18'.\,1''$
$-\,d = 4'.30''$ $+d = 2'.11''$

$\pm\,d = 3'.20''$

68.°38'.24"
68. 40.19
$\pm$ D = 0°.1'.55"

$\Sigma(-\,n\,d) = 45'.38''$; $\Sigma(+\,n\,d) = 36'.3''$
$-\,d = 22'.49''$; $+\,d = 12'.1''$

$+\,d = 17'.25''$

## IX. ANGOLO $41\bar{2} : 2\bar{1}\bar{4}$

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ − |
|---|---|---|
| 48°.50' | 1 | 2'.26" |
| 48 .51 | 1 | 1.26 |
| 48 .52 | 1 | 0.26 |
| Media: 48°.51'. 0" | — | $\Sigma(-\,n\,d) = 3'.78''$ |
| Calc: 48 .52.26 | 3 | $-\,d = 1'.26''$ |
| $\pm$ D = 0°. 1'.26" | | |

X. ANGOLO $2\bar{1}1 : 1\bar{2}1$

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | | Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — | + | | | — | + |
| | | | | 59.°46'. 0" | 2 | 28'. 0" | |
| | | | | . 46.15 | 1 | 13.45 | |
| 59.°48'. 0" | 1 | 12'. 0" | | . 48. 0 | 1 | 12. 0 | |
| | | | | . 48.30 | 1 | 11.30 | |
| | | | | . 49. 0 | 1 | 11. 0 | |
| | | | | . 50. 0 | 1 | 10. 0 | |
| | | | | . 51. 0 | 2 | 18. 0 | |
| | | | | . 53. 0 | 2 | 14. 0 | |
| | | | | . 53.30 | 1 | 6.30 | |
| . 53.45 | 1 | 6.15 | | | | | |
| . 54. 0 | 1 | 6. 0 | | . 54. 0 | 3 | 18. 0 | |
| . 55. 0 | 1 | 5. 0 | | . 55. 0 | 1 | 5. 0 | |
| | | | | . 55.45 | 1 | 4.15 | |
| . 56. 0 | 3 | 12. 0 | | . 56. 0 | 2 | 8. 0 | |
| . 56.30 | 1 | 3.30 | | . 56.30 | 2 | 7. 0 | |
| . 57. 0 | 1 | 3. 0 | | . 57. 0 | 2 | 6. 0 | |
| . 57.30 | 1 | 2.30 | | . 57.30 | 1 | 2.30 | |
| . 58. 0 | 2 | 4. 0 | | . 58. 0 | 1 | 2. 0 | |
| . 58.30 | 4 | 6. 0 | | . 58.30 | 1 | 1.30 | |
| . 58.45 | 1 | 1.15 | | | | | |
| . 59. 0 | 10 | 10. 0 | | . 59. 0 | 2 | 2. 0 | |
| . 59.15 | 1 | 0.45 | | | | | |
| . 59.30 | 5 | 2'30 | | | | | |
| 60 . 0. 0 | 17 | | | 60 . 0. 0 | 4 | | |
| . 0.30 | 8 | | 4'. 0" | | | | |
| . 0.45 | 2 | | 1.30 | | | | |
| . 1. 0 | 17 | | 17. 0 | . 1. 0 | 4 | | 4'. 0" |
| . 1.15 | 1 | | 1.15 | | | | |
| . 1.30 | 5 | | 7.30 | . 1.30 | 1 | | 1.30 |
| . 2. 0 | 13 | | 26. 0 | . 2. 0 | 2 | | 4. 0 |
| . 2.30 | 5 | | 12.30 | . 2.30 | 2 | | 5. 0 |
| . 2.45 | 2 | | 5.30 | | | | |
| . 3. 0 | 7 | | 21. 0 | . 3. 0 | 4 | | 12. 0 |
| . 3.30 | 5 | | 17.30 | | | | |
| . 4. 0 | 4 | | 16. 0 | . 4. 0 | 2 | | 8. 0 |
| | | | | . 4.30 | 1 | | 4.30 |
| . 5. 0 | 2 | | 10. 0 | . 5. 0 | 4 | | 20. 0 |

| Valori osservati di peso III | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|
| | | — | + |
| 60°. 5'.15 | 1 | | 5'.15" |
| . 6. 0 | 1 | | 6. 0 |
| . 6.30 | 2 | | 13. 0 |
| . 7. 0 | 1 | | 7. 0 |
| . 7.30 | 1 | | 7.30 |
| . 9. 0 | 1 | | 9. 0 |
| . 10. 0 | 1 | | 10. 0 |
| . 11.30 | 1 | | 11.30 |
| . 17.30 | 1 | | 17.30 |
| | 131 | | |

Media: 60°.1'.9"
Calc.: 60 .0.0
± D = 0°.1'.9"

$\Sigma(-n\,d) = 74'.45''$ ; $\Sigma(+n\,d) = 226'.30''$
$-\,d = 1'.30''$ ; $+\,d = 2'.18''$
$\pm\,d = 1'.54''$

| Valori osservati di peso II | $n$ | $n \times d$ | |
|---|---|---|---|
| | | — | + |
| 60°. 5'.30" | 1 | | 5'.30" |
| . 6. 0 | 2 | | 12. 0 |
| . 7. 0 | 1 | | 7. 0 |
| . 8.30 | 2 | | 17. 0 |
| . 9. 0 | 2 | | 18. 0 |
| . 9.30 | 1 | | 9.30 |
| . 13. 0 | 1 | | 13. 0 |
| . 15. 0 | 2 | | 30. 0 |
| . 16. 0 | 1 | | 16. 0 |
| . 17.30 | 1 | | 17:30 |
| . 18. 0 | 2 | | 36. 0 |
| . 20.15 | 1 | | 20.15 |
| . 20.30 | 1 | | 20.30 |
| . 20.45 | 1 | | 20.45 |
| | 71 | | |

60°.0'.52"
60 .0. 0
± D = 0°.0'.52"

$\Sigma(-n\,d) = 181'.\,0''$ ; $\Sigma(+n\,d) = 300'.\,0''$
$-\,d = 5'.39''$ ; $+\,d = 6'.18''$
$\pm\,d = 6'.18'$

## XI. ANGOLO $41\bar{2}:1\bar{2}1$

| Val. osserv. di peso III | *n* | *n* × *d* — | *n* × *d* + |
|---|---|---|---|
| 89.°53′. 0″ | 1 | 7′. 0″ | |
| . 54.30 | 1 | 5.30 | |
| . 59. 0 | 1 | 1. 0 | |
| 90. 0. 0 | 1 | —— | —— |
| . 3. 0 | 2 | | 6′. 0″ |
| . 4. 0 | 2 | | 8. 0 |
| . 7.15 | 1 | | 7.15 |
| . 12.30 | 1 | | 12.30 |
| | 10 | | |

Media; 90.° 2′. 1″ — $\Sigma(-nd) = 13.30''$; $\Sigma(+nd) = 33'.45''$

Calc.: 90. 0. 0 — $-d = 3'.22''$; $+d = 4'.49''$

± D = 0.° 2′. 1″

$\pm d = 4'.\ 5''$

Unico valore osservato di peso II

89.°59′.30″ Calcolato = 90.°0′.0″

± D = 0.°0′ 30″

Gli ultimi quattro quadri del mio lavoro, che riguardano le *Distanze angolari fra i valori estremi degli angoli osservati*, le *Differenze fra i valori calcolati e i valori estremi osservati*, le *Medie delle differenze negative e positive fra i valori calcolati e i singoli valori osservati di peso II* e quelle *di peso III*, sono riportati nel vol. XXXII che fa seguito a questo.

Come vedesi dal risultato complessivo di tutto il presente studio cristallografico per il quarzo di S. Marcello l'*accordo fra Osservazione e Teoria è tra i più soddisfacenti.*

*Dal Gabinetto di Mineralogia della R. Università di Padova, Agosto 1904.*

---

# INDICE DEL VOL. XXXI

Fig. 1
Fig. 2
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6
Fig. 7
Fig. 8
Fig. 9
Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13

E. Billows - *Quarzo di S. Marcello Pistojese.* **Tav. III.**